

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет»
Институт биологии и биотехнологии
Кафедра ботаники
ФГБУН «Оренбургский федеральный исследовательский центр»
Уральского отделения Российской академии наук
Институт степи УрО РАН
Отдел степеведения и природопользования

**НОВАЦИОННЫЕ
ПРИРОДОПОДОБНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
СТЕПНОГО ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ
И ПРИРОДНЫЕ ПРЕДПОСЫЛКИ
К ИХ РАЗРАБОТКЕ**

Учебное пособие



Барнаул

Издательство
Алтайского государственного
университета
2023

УДК 332.3(075.8)
ББК 65.281я73 + 20.1я73
Н 724

Рецензент:

д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой
сельскохозяйственной техники и технологий ФГБОУ ВО
«Алтайский государственный аграрный университет» В. И. Беляев

Авторы: А. А. Чибилёв, Ю. А. Гулянов, С. В. Левыкин,
М. М. Силантьева, Н. В. Овчарова, Л. В. Соколова, И. Г. Яковлев,
Г. В. Казачков

Н 724 **Новационные природоподобные технологии степного зем-
лепользования и природные предпосылки к их разработ-
ке** : учебное пособие / А. А. Чибилёв, Ю. А. Гулянов, С. В. Ле-
выкин [и др.] ; Министерство науки и высшего образования
РФ, Алтайский государственный университет, Оренбургский
федеральный исследовательский центр Уральского отделения
РАН, Институт степи УрО РАН. — Барнаул : Изд-во Алт. ун-та,
2023. — 72 с.

ISBN 978-5-7904-2797-8.

Учебное пособие предназначено для руководителей и специа-
листов хозяйств сельскохозяйственного профиля, студентов, маги-
странтов и аспирантов, обучающихся по агрономическому и биоло-
гическому направлению.

УДК 332.3(075.8)
ББК 65.281я73 + 20.1я73

Рекомендовано к изданию методической комиссией
Института биологии и биотехнологии Алтайского
государственного университета (протокол № 9 от 12.10.2023 г.)

ISBN 978-5-7904-2797-8

© А. А. Чибилёв, Ю. А. Гулянов,
С. В. Левыкин и др., 2023
© Оформление. Издательство
Алтайского государственного
университета, 2023

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
Глава 1. ТЕХНОЛОГИИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ.....	7
1.1. Интеллектуальные технологии	8
1.1.1. Интенсивные технологии.....	10
1.1.2. Высокоинтенсивные (высокие) технологии.....	11
1.2. Адаптивные технологии.....	14
1.3. Ресурсосберегающие (или экономичные) технологии	16
1.3.1. Технологии, полностью исключающие обработку почвы во всех полях севооборота (No-till)	18
1.3.2. Технологии прямого посева	19
1.3.3. Технологии нулевой обработки почвы.....	20
1.3.4. Технологии минимальной обработки почвы (Mini-Till).....	21
1.3.5. Технологии полосной обработки почвы (Strip-till)	22
1.3.6. Технологии двухстрочного ленточного посева (Twin-Row).....	23
1.3.7. Технологии разбросного поверхностного посева	25
1.3.8. Технологии с мульчированием поверхности поля (мульчирующие технологии)	26
1.4. Биологизированные технологии	27
1.5. Природоподобные технологии	30
1.5.1. Технологии, основанные на фитоподобии	30
1.5.2. Технологии, основанные на почвоподобии	31
1.5.3. Технологии, основанные на степеподобии.....	34
1.5.4. Технологии, основанные на разносортных посевах.....	35
1.5.5. Технологии, основанные на принципе «природа не пашет».....	36
1.5.6. Технологии, основанные на принципе «природа не косит».....	37
Контрольные вопросы	39

Глава 2. ТЕХНОЛОГИИ СТЕПЕПОДОБИЯ	43
2.1. Технологии водоснабжения методами бурения автономных самоизливающихся горизонтальных скважин	45
2.2. Технология интродукции астрагалов на обеднённые пастбища	46
2.3. Технология агроколкового ландшафта	47
2.4. Снегосберегающая берёзово-эспарцетовая технология.....	48
2.5. Степное сеноводство	48
2.6. Технология Агростепей по Д. С. Дзыбову	50
2.7. Технология возвращения в оборот полей, заросших мелкоколесьем	51
2.8. Высокоинтенсивное полеводство	52
2.9. Технология многолетних полевых культур	53
2.10. Технология динамичного землепользования	55
2.11. Технология боронования залежей	55
2.12. Технология «Неоперелог»	56
2.13. Цикл смены приоритетов в степном землепользовании.....	57
2.14. Технология «Неономадизм»	58
2.15. Технология кадастровой оценки землеустроительных единиц, соответствующих возможностям технологического звена интенсивного земледелия.....	58
2.16. Технология реабилитации водотоков малых степных рек (Технология «Камышловка»)	59
Контрольные вопросы	60
ТЕРМИНЫ.....	62
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	65

ВВЕДЕНИЕ

Степная зона России является сельскохозяйственной житницей страны и характеризуется высокой степенью освоения земельных ресурсов. Длительное экстенсивное сельскохозяйственное использование земель здесь отрицательно сказывается на их качестве и проявляется в развитии различных деграционных почвенных процессов, чаще всего выражающихся в эрозии, дефляции, дегумификации, засолении, подтоплении, обесструктуривании, опустынивании и пр. Это сопровождается частичной или полной потерей почвенного плодородия или иным ухудшением качества земель, значительно снижающем их продуктивный потенциал.

В дополнение к этому, в условиях ощутимого повышения засушливости климата это приводит к снижению ландшафтно-экологической устойчивости огромных территорий, связанной со значительным преобладанием нестабильных элементов в структуре угодий. К их числу относятся пахотные угодья (пашня) и в большей степени участки с низкой пригодностью к обработке, характеризующиеся наличием ряда предрасполагающих признаков — неполнопрофильные, неустойчивые, склоновые, щебенчатые, засоленные и пр., частично введенные в оборот ещё в период освоения целинных и залежных земель (1954–1963 гг.).

Для снижения экологической напряжённости в ландшафтах и дезактивации деграционных почвенных процессов степная зона России нуждается в разработке действенных мер по адаптации землепользования к сложившимся условиям.

Одним из таких направлений является активно развиваемая Институтом степи Уральского отделения Российской Академии

наук стратегия природосберегающего землепользования, основывающаяся на оптимальном соотношении различных ландшафтов в структуре земельного фонда и предусматривающая переход на новационные агротехнологии в растениеводстве на землях высокоплодородного фонда и вывод из обработки нарушенных и неустойчивых низкопродуктивных земель. Сохранение стабильных валовых сборов растительного сырья, прежде всего продовольственного назначения (зерно), предполагается посредством компенсации недополученных урожаев более высокими сборами с остающихся в обработке высокоплодородных земель.

Среди мероприятий, направленных на оптимизацию землепользования и снижение экологических последствий сельскохозяйственной деятельности, предлагается переход на природоподобные (прежде всего влагосберегающие) технологии, приближающие условия существования почвы и растений в агроценозах к условиям, характерным для естественных растительных сообществ. Он предполагает наукоориентированный, творческий подход к адаптации агротехнологий к современным климатическим и антропогенным изменениям, с встроенными в логически последовательную цельную систему земледелия агроприёмами, в том числе с использованием информационных технологий и данных дистанционного зондирования Земли.

Глава 1

ТЕХНОЛОГИИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Дифференцируются в зависимости от условий (*гидротермический режим, плодородие почвы и др.*) и целей возделывания (*на зелёную массу, зерно и др.*), биологических особенностей культур, сортов, хозяйственных (*обеспеченность интеллектуальными, материальными и финансовыми ресурсами*) и агроландшафтных (*устойчивость почв к обработке, в т. ч. эрозионная устойчивость*) условий, уровня интенсификации и почвосберегающей (*ландшафтосберегающей*) направленности (рис. 1).



Рис. 1. Высокопродуктивный агроценоз яровой мягкой пшеницы, возделываемой по влагосберегающей технологии с мульчированием поверхности почвы незерновой частью урожая

По степени вовлечённости в технологический процесс новых (прежде всего наукоёмких) способов производства, позволяющих эффективно и рационально использовать ресурсы (включая природные), наибольшей новационностью отличаются **интеллектуальные технологии**.

1.1. Интеллектуальные технологии

Основаны на привлечении интеллектуальных ресурсов и ориентированы на получение максимального урожая без снижения (или с воспроизводством) почвенного плодородия.

Принципиально отличаются от *интуитивных технологий*, ведущихся по старинке, по привычке (*по примеру предков*), без всякого стремления к обучению и усовершенствованию на протяжении десятилетий, довольствуясь минимальным результатом (рис. 2).



Рис. 2. Низкопродуктивный агроценоз озимой мягкой пшеницы с наполовину выпавшим стеблестоем, возделываемый по экстенсивной технологии в короткоротационном зернопаровом севообороте без применения удобрений и средств защиты растений

Являются прямой противоположностью экстенсивных *технологий*, самой природозатратной разновидности интуитивных технологий.

Они сориентированы на эксплуатацию естественного плодородия почвы, без применения удобрений и химических средств защиты растений или с ограниченным их использованием, характеризующихся узким набором толерантных культур или монокультурой, обеспечивающих минимальный уровень урожайности и сопровождающихся стремительным снижением почвенного плодородия.

По этим же и некоторым другим признакам интеллектуальные технологии положительно отличаются *от обычных (традиционных) технологий* (рис. 3), другой, чуть менее природозатратной разновидности интуитивных технологий.



Рис. 3. Агроценоз озимой мягкой пшеницы с изреженным стеблестоем при возделывании по обычной (традиционной) технологии на выработанных почвах без применения интенсивных методов

Они характеризуются несколько большим набором пластичных культур, включая представителей разнообразных биологических групп, применением севооборотов (*чаще парозернопропашных*), умерен-

ным применением удобрений, агротехническими способами защиты посевов от болезней, вредителей и сорняков, с ограниченным использованием пестицидов, обеспечивающими умеренный уровень урожайности культур при отрицательном или нулевом балансе гумуса.

По степени реализации биоклиматического потенциала территории и генетического потенциала полевых культур интеллектуальные технологии подразделяются на **интенсивные и высокоинтенсивные (или высокие) технологии**.

1.1.1. Интенсивные технологии

Описание

Основаны на учёте биологических особенностей и потребностей возделываемых культур, их качественном удовлетворении на всех этапах органогенеза. Предполагают применение высоких норм минеральных и (или) органических удобрений, интегрированной (с применением химических средств) защиты от вредных объектов (болезней, вредителей и сорняков), высокоурожайных сортов интенсивного типа, высокопроизводительной техники и интенсивного использования почвы (рис. 4).

Рекомендации по применению интенсивных технологий

Рекомендуется применять повсеместно на участках с высоким природным плодородием, преимущественно под зерновые культуры.

Потенциальный эффект

Обеспечивают 40–50% повышение урожайности по сравнению с обычными (традиционными) технологиями при нулевом балансе гумуса или его незначительном воспроизводстве.



Рис. 4. Агроценоз ярового ячменя, выращиваемого по интенсивной технологии, основанной на обеспечении потребностей возделываемых растений в факторах внешней среды (вода, воздух, элементы минерального питания и пр.) на всех этапах органогенеза

1.1.2. Высокоинтенсивные (высокие) технологии

Описание

Предполагают высокую реализацию биологического потенциала продуктивности растений с помощью достижений научно-технического прогресса (рис. 5, 6). Основываются на применении передовой компьютеризированной техники (*информационных технологий и ресурсов ДЗЗ*) и оборудования (*точное земледелие*), интенсивных сортов с заданными параметрами, современной техники, высокоэффективных удобрений и средств защиты растений. Предполагают постоянную генерацию новых знаний и высокую квалификацию специалистов.



Рис. 5. Высокая реализация генетического потенциала развития надземной фитомассы озимой пшеницы в высокоинтенсивных технологиях с сопровождением технологического процесса высококвалифицированными специалистами агрономического профиля

Рекомендации по применению высокоэффективных (высоких) технологий

Рекомендуется применять повсеместно, преимущественно под зерновые культуры.

Потенциальный эффект

Обеспечивают кратное увеличение урожайности по сравнению с обычными (традиционными) технологиями с направленностью на его расширенное воспроизводство.

По степени приспособленности к агроэкологическим условиям территории возделывания и полноте реализации генетического потенциала возделываемых культур высокой новационностью и природоподобием характеризуются **адаптивные технологии**.

А



Б



Рис. 6. Высокая реализация потенциала продуктивного кущения и высокая сохранность растений озимой (А) и яровой (Б) пшеницы в высокоинтенсивных технологиях с использованием передовой компьютеризированной техники, программных продуктов и оборудования (точное земледелие)

1.2. Адаптивные технологии

Описание

Предполагают увеличение продуктивности культур за счёт более рационального использования зональных почвенно-климатических ресурсов, сохранения и воспроизводства почвенного плодородия (рис. 7, 8). Основываются на агроэкологическом районировании культур и сельхозугодий, оптимизации структуры посевных площадей, дифференцированном использовании агроландшафтных условий территории возделывания, адаптивном потенциале культур и сортов.



Рис. 7. Высокопродуктивный агроценоз гречихи в адаптивных технологиях возделывания, основанных на агроэкологическом районировании адаптивных культур и рациональном использовании зональных почвенно-климатических ресурсов



Рис. 8. Реализация адаптивных технологий возделывания яровой пшеницы, основанных на агроэкологическом районировании адаптивных сортов и дифференцированном использовании агроландшафтных условий территории возделывания



Рис. 9. Низкая плотность продуктивного стеблестоя и высокая засорённость посевов яровой пшеницы с перспективой средней урожайности в толерантных технологиях с укороченным технологическим циклом

Адаптивные технологии принципиально отличаются от *толерантных технологий*, основанных на толерантности возделываемых культур (*сортов*) средней урожайности к зональным агроклиматическим условиям при элементарном наборе универсальных с.-х. орудий и с.-х. машин (рис. 9).

Рекомендации по применению адаптивных технологий

Рекомендуется применять повсеместно под весь спектр полевых культур.

Потенциальный эффект

Обеспечивают повышение продуктивности полевых культур и воспроизводство почвенного плодородия зональных почв.

По ресурсосберегающей (в первую очередь почво- и влагосберегающей) направленности высоким уровнем новационности и природоподобия характеризуются **ресурсосберегающие (или экономичные) технологии.**

1.3. Ресурсосберегающие (или экономичные) технологии

Отличаются существенным сокращением денежных трат на единицу произведённой продукции (*снижением себестоимости*) при стабильно высоких урожаях, рациональным расходованием природных (*почвенно-климатических*) ресурсов на формирование урожая, сбережением (*расширенным воспроизводством*) почвенного плодородия и сдерживанием деградационных процессов. Основываются на минимизации или полном исключении ресурсорасточительных (*в том числе энергозатратных*) агроприёмов (*чаще всего связанных с обработкой почвы*).

Являются прямой противоположностью *ресурсорасточительных (высокозатратных) технологий* (рис. 10), основанных на интенсивной обработке почвы (*вспашке или глубоком безотвальном*

рыхлении) и связанных с нею больших расходах денежных средств на ГСМ и амортизацию техники, применении дорогостоящих минеральных удобрений и пестицидов в больших объёмах, сопровождающихся нерациональной растратой природных ресурсов (*влаги, почвенного плодородия*) и приводящих к прогрессирующей деградации агроландшафтов и прилегающих территорий.



Рис. 10. Провоцирование высоких рисков эрозионных проявлений и деградации почвы при глубокой вспашке и плоскорезной обработке почвы вдоль склона в ресурсорасточительных (высокозатратных) технологиях

Среди ресурсосберегающих (или экономичных) технологий по степени воздействия на почву (интенсивности обработки) лучшим ресурсосберегающим эффектом характеризуются бесплужные технологии, включающие ряд перечисленных ниже.

1.3.1. Технологии, полностью исключая обработку почвы во всех полях севооборота (No-till)

Описание

Основаны на посеве (*заделке*) семян в необработанную почву сеялками, оборудованными сошниками анкерного (*долотообразными*) или дискового типа, рыхлящими почву на глубину заделки семян полосами небольшой (3–5 см) ширины (рис. 11).



Рис. 11. Продуктивность фитомассы природных угодий и агроценоза яровой пшеницы в ресурсосберегающих технологиях, полностью исключая обработку почвы во всех полях севооборота

Рекомендации по применению технологий, полностью исключая обработку почвы во всех полях севооборота

Рекомендуется применять повсеместно на территориях с лимитированной влагообеспеченностью, преимущественно под зерновые культуры.

Потенциальный эффект

Обеспечивают сокращение расходов финансовых и природных ресурсов (*в первую очередь влаги*), сбережение почвенного плодородия и деактивацию деградиционных процессов.

1.3.2. Технологии прямого посева

Описание

Основаны на посеве (*заделке семян*) в необработанную с осени почву сеялками, оборудованными сошниками анкерного (*долотообразными*) или дискового типа, рыхлящими почву на глубину заделки семян полосами небольшой (*3–5 см*) ширины (рис. 12). В отличие от технологии, полностью исключающей обработку почвы во всех полях севооборота (*No-till*), допускается обработка почвы, включая глубокую, под отдельные культуры (*например, под пропашные культуры — кукурузу, подсолнечник*).



Рис. 12. Поверхность поля в технологиях прямого посева зерновых культур сеялками с сошниками дискового типа, сочетающегося с глубокой плоскорезной обработкой почвы под отдельные культуры севооборота (подсолнечник)

Рекомендации по применению технологий прямого посева

Рекомендуется применять повсеместно на территориях с лимитированной влагообеспеченностью, преимущественно под зерновые культуры.

Потенциальный эффект

Обеспечивают сокращение расходов финансовых и природных ресурсов (*в первую очередь влаги*), сбережение почвенного плодородия и деактивацию деградиационных процессов.

1.3.3. Технологии нулевой обработки почвы

Описание

Основана на посеве (*заделке семян*) в необработанную с осени почву как сеялками, оборудованными сошниками анкерного (*долотообразного*) или дискового типа, рыхлящими почву на глубину заделки семян полосами небольшой (3–5 см) ширины, так и сошниками культиваторного типа, осуществляющими сплошное внутрпочвенное рыхление и разбросной внутрпочвенный высев семян (рис. 13).



Рис. 13. Высокая реализация плотности продуктивного стеблестоя в технологиях нулевой обработки почвы при разбросном внутрпочвенном высеве семян яровой пшеницы сеялками с сошниками культиваторного типа

В отличие от технологии, полностью исключающей обработку почвы во всех полях севооборота (*No-till*), допускается обработка почвы, включая глубокую, под отдельные культуры (*например, под пропашные культуры — кукурузу, подсолнечник*).

Рекомендации по применению нулевой обработки почвы

Рекомендуется применять повсеместно на территориях с лимитированной влагообеспеченностью, преимущественно под зерновые культуры.

Потенциальный эффект

Обеспечивают сокращение расходов финансовых и природных ресурсов (*в первую очередь влаги*), сбережение почвенного плодородия и деактивацию деградационных процессов.

1.3.4. Технологии минимальной обработки почвы (*Mini-Till*)

Описание

Предполагают существенное сокращение глубины обработки (до 7–12 см) или числа глубоких обработок почвы в севообороте.



Рис. 14. Внешний вид поверхности поля с мелким осенним рыхлением почвы на глубину 8–10 см дисковыми орудиями под яровую пшеницу после уборки озимой пшеницы с измельчением незерновой части урожая

Основываются на использовании высокопроизводительной сельскохозяйственной техники и комбинированных орудий, осуществляющих несколько технологических операций за один проход (*мелкое рыхление почвы, подрезание сорняков, выравнивание поверхности поля, посев, внесение удобрений, послепосевное прикатывание почвы и др.*) (рис. 14).

Рекомендации по применению минимальной обработки почвы

Рекомендуется применять повсеместно на территориях с лимитированной влагообеспеченностью, преимущественно под зерновые культуры.

Потенциальный эффект

Обеспечивают сокращение расходов финансовых и природных ресурсов (*в первую очередь влаги*), сбережение почвенного плодородия и деактивацию деградиционных процессов.

1.3.5. Технологии полосной обработки почвы (Strip-till)

Описание

Предполагают существенное сокращение обрабатываемой площади поля путем предшествующей посеву осенней обработки почвы только в полосах, предназначенных для размещения (*заделки*) семян возделываемой культуры весной следующего года. Основываются на применении современной высокопроизводительной компьютеризированной сельскохозяйственной техники и орудий, оборудованных средствами навигации (*или автопилотирования*) (рис. 15).

Рекомендации по применению полосной обработки почвы

Рекомендуется применять повсеместно на территориях с лимитированной влагообеспеченностью, преимущественно под зерновые и пропашные культуры.

Потенциальный эффект

Обеспечивают сокращение расходов финансовых и природных ресурсов (*в первую очередь влаги*), сбережение почвенного плодородия и деактивацию деградиционных процессов.



Рис. 15. Реализация осенней полосной обработки почвы после уборки зерновых культур под весенний посев подсолнечника в ресурсосберегающих (экономичных) технологиях с использованием с.-х. техники, оборудованной средствами навигации

1.3.6. Технологии двухстрочного ленточного посева (Twin-Row)

Описание

Отличаются лучшей реализацией генетического потенциала пропашных культур из-за особого порядка расположения семян в обработанных полосах почвы (рис. 16).

Предполагают шахматное расположение семян в сдвоенных рядах (*некое подобие квадратно-гнездового посева*) с расстоянием между их центрами, как в обычных посевах (70 см). Обеспечивают более эффективное использование посевной площади, солнечного света, влаги и других ресурсов, что сопровождается формированием агроценозов, характеризующихся сниженной конкуренцией между растениями за факторы внешней сре-

ды благодаря оптимальному расположению семян (*более эффективному использованию площади питания*). Преимущественно реализуются путём предварительной (*лучше весенней*) обработки почвы дисковыми боронами (*дискаторами*) с нулевым углом атаки для измельчения пожнивных остатков (*до 10–15 см*) и выравнивания поверхности почвы, и последующего посева (*заделки семян*) специальными высокотехнологичными сеялками, обеспечивающими требуемую конфигурацию семян по минимальной обработке почвы.



Рис. 16. Пространственная визуализация агроценоза сои в технологиях с двухстрочным ленточным посевом (фото из открытых источников http://vfermer.ru/rubrics/crop/crop_1406.html)

Рекомендации по применению двухстрочного ленточного посева

Рекомендуется применять повсеместно на территориях с лимитированной влагообеспеченностью, преимущественно под зерновые и пропашные культуры.

Потенциальный эффект

Обеспечивают сокращение расходов финансовых и природных ресурсов (*в первую очередь влаги*), повышает продуктивность полевых культур (на 20–25%) благодаря оптимальному расположе-

нию семян и снижению конкуренции между растениями за факторы внешней среды.

1.3.7. Технологии разбросного поверхностного посева

Описание

Основаны на аналогии с семенным размножением травянистых растений естественных фитоценозов (рис. 17). Предполагают разбрасывание по поверхности поля (в т. ч. необработанного) семян культивируемых растений пневматическим (на пневматическом ходу) разбрасывателем с одновременной (незамедлительно следующей) заделкой в почву дисковыми луцильниками.

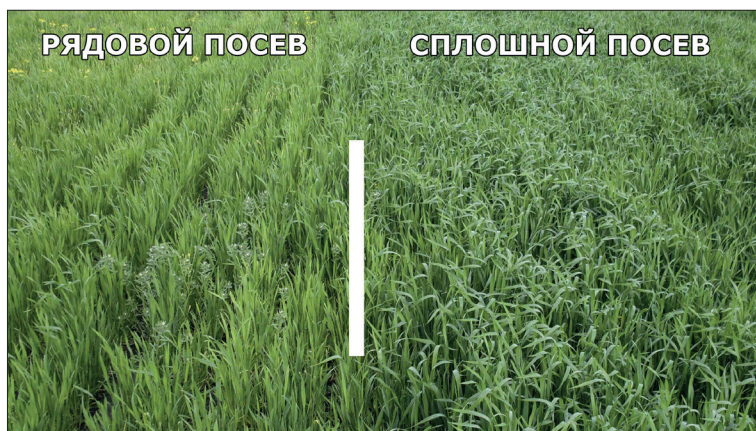


Рис. 17. Сравнительное распределение растений яровой пшеницы по площади питания в технологиях рядового и разбросного поверхностного (сплошного) посева (фото из открытых источников: <https://studfile.net/preview/5354672-/page:5/>)

Рекомендации по применению технологий разбросного поверхностного посева

Наиболее эффективны для зерновых культур (озимая и яровая пшеница, ячмень и др.) в технологиях с мульчированием поверхности поля.

Потенциальный эффект

Позволяют, за счёт высокой производительности, быстро засеять большие площади после дождя или при надёжном прогнозе атмосферного увлажнения («поймать влагу»), получить дружные и полноценные всходы, значительно сэкономить трудовые, финансовые и природные ресурсы. Позволяет растениям более эффективно использовать площадь питания в связи с отсутствием междурядий.

1.3.8. Технологии с мульчированием поверхности поля (мульчирующие технологии)

В технологиях, полностью исключаящих обработку почвы, а также минимальной, нулевой обработки почвы и прямого посева, высоким ресурсосберегающим (*прежде всего влагосберегающим*) эффектом характеризуются **технологии с мульчированием поверхности поля** незерновой частью урожая (*мульчирующие технологии*) (рис. 18).



Рис. 18. Формирование мульчирующего слоя из незерновой части урожая в технологиях нулевой обработки почвы с мульчированием поверхности поля

Описание

Предполагают формирование мульчирующего слоя на поверхности почвы из пожнивных остатков и нетоварной части урожая (солома, солома) в период уборки урожая зерноуборочными комбайнами с измельчителями, по подобию природного степного войлока, выполняющего функцию термо- и влагоизолятора.

Рекомендации по применению мульчирующих технологий

Рекомендуется применять повсеместно на территориях с лимитированной влагообеспеченностью, преимущественно под зерновые и пропашные культуры.

Потенциальный эффект

Обладают высоким влагосберегающим эффектом за счет существенного снижения испарения, способствует повышению почвенного плодородия путём обогащения почвы органическими и минеральными веществами, замедления процессов распада и минерализации гумуса. Обеспечивает высокую противоэрозионную защиту, ослабляя эродирующую силу дождя, текущей воды и ветра.

По уровню экологической стабильности агроландшафтов, направленности на поддержание экологического баланса и снижение отрицательного экологического эффекта от техногенных факторов высокой новационностью и природоподобием характеризуются **биологизированные технологии**.

1.4. Биологизированные технологии

Описание

Основаны на возделывании сельскохозяйственных культур при ограниченном применении минеральных удобрений, пестицидов и регуляторов роста, использовании сортов (*гибридов*), сочетающих высокую продуктивность с устойчивостью к неблагоприятным факторам среды обитания (рис. 19). Основываются на удовлетворении потребности растений в элементах питания путем

фиксации атмосферного азота включёнными в севооборот бобовыми культурами (*и другими культурами, обогащающими почву — бобовыми травами и пр.*), возврата (*оставления на поле*) нетоварной части урожая (*соломы, половы*), внесения органических удобрений, выращивания сидератов.

А



Б



Рис. 19. Биологизированные технологии возделывания зерновых культур с включением в севооборот бобовых культур (А – сои и Б – гороха), обогащающих почву атмосферным азотом

Биологизированные технологии принципиально отличаются от коммерческих (природозатратных) технологий, нацеленных на получение сиюминутной выгоды и основанных на возделывании преимущественно коммерческих культур в короткоротационных севооборотах (чаще всего культур, истощающих почву, к которым относятся, например, зерновые и масличные культуры), игнорирующих законы земледелия и пренебрегающих экологической безопасностью, предполагающих широкое применение средств химизации и сопровождающихся ощутимой экологической нагрузкой (отрицательным экологическим эффектом) (рис. 20).



Рис. 20. Экспансия на поля подсолнечника, как основного представителя коммерческих культур в природозатратных (коммерческих) технологиях

Рекомендации по применению биологизированных технологий

Рекомендуется применять повсеместно под весь спектр полевых культур.

Потенциальный эффект

Обеспечивают сохранение и расширенное воспроизводство почвенного плодородия, улучшение микробиологического со-

става почвы, экологизация севооборотов и повышение их продуктивности.

По уровню подражания естественным природным процессам и направленности на снижение нагрузки на агроэкосистемы, сохранение их устойчивости, ландшафтного и биологического разнообразия, высоким уровнем новационности и природоподобия характеризуются **природоподобные технологии**.

1.5. Природоподобные технологии

Технологии неразрушительного сотворчества человека и природы, направленные на восстановление (*приведение в близкое к естественному состоянию*) первозданности ландшафтов. Предполагают разработку и реализацию комплекса мероприятий по нормализации допустимых нагрузок на агроэкосистемы и агроландшафты, а также их оптимальную организацию, наиболее адекватную природной структуре и динамике

В зависимости от аналогии реализуемых технологических приёмов естественным природным процессам применительно к земледелию выделяются представленные ниже природоподобные технологии.

1.5.1. Технологии, основанные на фитоподобии

Описание

Предполагают ландшафтно-экологическое пространственное планирование и организацию землепользования путём «вписывания» полей в естественный природный ландшафт (*по примеру контурно-колочного или межозёрного земледелия, широко практикуемых в южных регионах Зауралья и Западной Сибири*) (рис. 21).



Рис. 21. Визуализация пространственного планирования и организации землепользования в технологиях, основанных на фитоподобии

Рекомендации по применению технологий, основанных на фитоподобии

Рекомендуется применять повсеместно под весь спектр полевых культур.

Потенциальный эффект

Обеспечивают повышение устойчивости агроландшафтов, ландшафтного и биологического разнообразия.

1.5.2. Технологии, основанные на почвоподобии

Описание

Предполагает насыщение севооборотов многолетними травами и создание травяных экосистем, являющихся естественным защитным покровом степных ландшафтов и обеспечивающих благоприятные условия для почвообразования и развития почвенной

биоты (рис. 22). Положительно характеризуется тем, что в отличие от пара и пропашных культур, в полях которых теряется от 1,5 до 2,5 т/га гумуса в год или зерновых культур и однолетних злаковых трав, снижающих за год запасы гумуса на 0,4–1,0 т/га, под сеяными многолетними травами, как и в естественных травяных экосистемах, сокращения запасов гумуса не происходит или наблюдается его прирост на 0,3–0,6 т/га.

А



Б





Рис. 22. Высокопродуктивные агроценозы многолетних трав (А – эспарцет песчаный, Б, В – люцерна синегибридная) в технологиях, основанных на почвоподобии

В дополнение к этому корневая система сеяных многолетних трав образует прочную дернину, защищающую поверхность почвы от эрозии и воздействия засух. Под их покровом поддерживается зернистая структура почвы, аналогичная целинным участкам, улучшаются её водный и воздушный режимы. А расширение посевных площадей многолетних трав, выступающих в качестве незаменимого источника кормов для с.-х. животных, способствует росту их поголовья и выходу ценных органических удобрений (*навоз, навозная жижа*), внесение которых в полях севооборота является дополнительным «гарантом» сбережения почвенного плодородия.

Рекомендации по применению технологий, основанных на почвоподобии

Рекомендуется применять повсеместно.

Потенциальный эффект

Обеспечивают накопление гумуса, повышение эрозионной устойчивости почв, улучшение водного и воздушного режима почвы, повышение продуктивности культур севооборота, улучшение кормовой базы, увеличение выхода органических удобрений (*навоза*).

1.5.3. Технологии, основанные на степеподобии

Описание

Предполагают включение в севообороты бинарных (*смешанных*) посевов, представляющих собой одновременное выращивание на одном и том же поле двух и более культур с разными биологическими и морфологическими признаками (*по аналогии с природными ценозами*) (рис. 23). Чаще всего практикуется сочетание многолетних трав (*донника, люцерны, эспарцета или вики*) с основными культурами севооборота (*пшеница, кукуруза и т. д.*). Хорошие результаты показывают черезрядные посевы, например кукурузы и сои, а также весенний подсев сои в междурядья (*при широкорядном посеве*) озимой пшеницы, убираемых в разное время и обеспечивающих с одного поля два урожая в год.



Рис. 23. Бинарный (смешанный) агроценоз сои и кукурузы в технологиях, основанных на степеподобии (фото из открытых источников: <https://glavagronom.ru/articles/tehnologiya-smeshannogo-poseva>)

Рекомендации по применению

Рекомендуется применять повсеместно, для пар культур: многолетние травы и зерновые культуры или кукуруза и соя, или пшеница и соя и др.

Потенциальный эффект

Обеспечивают более эффективное суммарное использование почвенно-климатических ресурсов растениями разных биологических групп с щадящим воздействием на почвенное плодородие.

1.5.4. Технологии, основанные на разноразных посевах

Описание

Предполагают включение в севообороты разноразных посевов (*смеси сортов*) зерновых культур (*по природному подобию*) с целью повышения их устойчивости и объединения ценных хозяйственных признаков (рис. 24).



Рис. 24. Разноразный агроценоз яровой пшеницы

Повышение продуктивности и качества зерна основывается на многоразности генеративных органов и корневых систем, бо-

лее продуктивном использовании площади питания, повышении общей устойчивости к неблагоприятным факторам.

Рекомендации по применению

Рекомендуется применять повсеместно, преимущественно под зерновые культуры.

Потенциальный эффект

Повышение устойчивости и продуктивности полевых агроценозов за счёт объединения хозяйственно-ценных признаков.

1.5.5. Технологии, основанные на принципе «природа не пашет»

Описание

Предполагают подход к обработке почвы по природному принципу («природа не пашет») и основаны на минимальной обработке почвы или её полном отсутствии с мульчированием поверхности (рис. 25).



Рис. 25. Реализация подходов к обработке почвы в технологиях, основанных на принципе «природа не пашет»

Рекомендации по применению

Рекомендуется применять повсеместно на территориях с лимитированной влагообеспеченностью, преимущественно под зерновые культуры.

Потенциальный эффект

Обеспечивают сокращение расходов финансовых и природных ресурсов (*в первую очередь влаги*), сбережение почвенного плодородия и деактивацию деградиационных процессов.

1.5.6. Технологии, основанные на принципе «природа не косит»

Описание

Предполагают подход к уборке зерновых культур по природному принципу («*природа не косит*») и основаны на уборке очёсывающими жатками с оставлением на поле практически не повреждённого стеблестоя (*с выбранным зерном*), выполняющим экологические функции, аналогичные естественным травяным сообществам (*например, степи*) (рис. 26).



Рис. 26. Реализация подходов к уборке урожая зерновых культур в технологиях, основанных на принципе «природа не косит»

Рекомендации по применению

Рекомендуется применять повсеместно на территориях с лимитированной влагообеспеченностью, преимущественно под зерновые культуры.

Потенциальный эффект

Обеспечивают снижение послеуборочных и ранневесенних эрозионных проявлений водной и ветровой (дефляция) природы, улучшают влагообеспеченность посевов за счет накопления снега на полях, его равномерного таяния и более полного впитывания.

Таким образом, землепользование Российской Федерации, в связи с огромной протяжённостью страны в широтном направлении, характеризуется приуроченностью к значительно различающимся условиям природного и антропогенного характера. Из большого числа отраслей народного хозяйства наиболее восприимчивой к факторам природного характера является сельское хозяйство и в большей степени растениеводство. Их изменение, связанное в первую очередь с ростом термических ресурсов, сокращением количества атмосферных осадков и стремительным падением почвенного плодородия, требует адаптации технологий возделывания к новым условиям на основе глубокого научного поиска и широкой производственной верификации.

В настоящем учебном пособии обобщены и систематизированы наиболее приемлемые из практикуемых сегодня и перспективные технологии земледелия для степной зоны России, внедрение которых предполагает высокую реализацию биоклиматического потенциала территории и потенциала продуктивности возделываемых сортов без ущерба для окружающей среды и биологического разнообразия. При этом следует учитывать, что данные в пособии рекомендации не следует считать полностью универсальными. При их реализации в конкретных зональных условиях может потребоваться уточнение некоторых технологических параметров в связи с климатическими, почвенными, техническими и прочими, в том числе организационными и финансовыми особенностями. Это потребует творческого подхода, наличия глубо-

ких знаний, производственного опыта и нестандартного мышления специалистов агрономической службы, высоких навыков механизаторов и уверенности в достижении желаемого результата, не приходящего в одночасье.

В этом отношении достаточно примечательно высказывание известного российского учёного агронома и практика Михаила Григорьевича Павлова, который почти два столетия назад, лучшей системой земледелия рекомендовал считать ту, «которая в зональных условиях обеспечивает наивысший доход, не истощая почвенного плодородия»

И ещё следует помнить, что не существует идеальной сеялки или идеального комбайна, опрыскивателя и пр., в том числе и технологии. Есть специалисты, умеющие правильно для конкретных условий использовать эти инструменты.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение технологиям в земледелии. На каких отличительных особенностях построена их классификация?

2. Назовите технологии, отличающиеся наибольшей новизной. Что лежит в их основе и в чём заключается принципиальное отличие от интуитивных технологий?

3. Охарактеризуйте основные разновидности экстенсивных технологий. В чём заключается их природозатратный характер и какими индивидуальными технологическими особенностями они отличаются?

4. Назовите основные параметры, лежащие в основе деления интеллектуальных технологий на интенсивные и высокоинтенсивные (или высокие).

5. На учёте каких особенностей основаны интенсивные технологии, что предполагает их реализация и каков их потенциальный эффект?

6. Дайте определение высокоинтенсивным (высоким) технологиям. В чём заключается их принципиальная особенность, на чём они основаны, где рекомендуются к применению и каков их потенциальный эффект?

7. Какими особенностями характеризуются адаптивные технологии, на чём они основываются и в чём состоит принципиальное отличие от толерантных технологий?

8. Назовите главные отличия ресурсосберегающих (или экономичных) технологий. Что является принципиальным преимуществом перед ресурсорасточительными (высокозатратными) технологиями?

9. Перечислите бесплужные ресурсосберегающие технологии, назовите их характерные особенности и преимущества. Назовите сельскохозяйственные культуры, применимые для выращивания по бесплужным технологиям.

10. Охарактеризуйте технологии, полностью исключающие обработку почвы во всех полях севооборота (No-till). Какое техническое (или машинное) оснащение необходимо для их реализации и в чём заключается потенциальный эффект от их внедрения?

11. Дайте понятие технологиям прямого посева. В чём состоит их принципиальное отличие от технологий, полностью исключающих обработку почвы во всех полях севооборота (No-till)?

12. Опишите технологии нулевой обработки почвы. По каким признакам они отличаются от технологий No-till и технологий прямого посева и в каких случаях они применяются?

13. В чём заключается особенность технологий минимальной обработки почвы (Mini-till), на чём они основываются, под какие культуры рекомендуются и каков их потенциальный эффект?

14. Назовите эффект, достигаемый при реализации технологий полосной обработки почвы (Strip-till). Выполнение каких технических условий необходимо для их реализации?

15. Охарактеризуйте пространственную особенность технологий двухстрочного ленточного посева (Twin-row). В чём состоят их преимущества и потенциальный эффект, под какие культуры

главным образом применяются и какие технические средства необходимы для их реализации?

16. В каких случаях применяются технологии разбросного поверхностного посева, под какие культуры реализуются и в чём состоят принципиальные технологические условия, необходимые к выполнению для их успешной реализации? В чём состоит потенциальный эффект от их внедрения?

17. Опишите технологии с мульчированием поверхности поля незерновой частью урожая (мульчирующие технологии). Выполнение каких технологических приёмов предполагает их реализация и какие для этого необходимы технические средства?

18. В чём заключается содержание биологизированных технологий, на удовлетворении каких потребностей растений они основываются и чём положительно отличаются от коммерческих (природозатратных) технологий?

19. Дайте определение природоподобным технологиям. На что они направлены и реализацию какого комплекса мероприятий они предполагают? В чём заключаются их преимущества и недостатки?

20. Охарактеризуйте природоподобные технологии, основанные на фитоподобии. В чём заключается их принципиальная особенность, где практикуются и в чём заключается потенциальный эффект от их внедрения?

21. Реализацию каких технологических приёмов предполагает внедрение природоподобных технологий, основанных на почвоподобии? Чем они положительно отличаются от других технологий, где рекомендуются к реализации и в чём заключается потенциальный эффект?

22. Дайте понятие природоподобным технологиям, основанным на степеподобии. В выполнении каких технологических приёмов заключается их реализация, каков их самый осязаемый эффект?

23. С какой целью реализуются природоподобные технологии, основанные на разносортных посевах полевых культур? В чём состоит ожидаемый эффект от их внедрения?

24. На чём основаны и в каких случаях применяются природоподобные технологии, основанные на принципе «природа не пашет»?

25. Охарактеризуйте природоподобные технологии, основанные на принципе «природа не косит». Какие технологические решения составляют их сущность, по аналогии с какими экологическими функциями естественных травяных сообществ?

Глава 2

ТЕХНОЛОГИИ СТЕПЕПОДОБИЯ

Сохраняющаяся в степном землепользовании тенденция к технологически максимально возможной распашке степей рассматривается современным степеведением как действенный фактор противодействия восстановлению агроэкологического баланса степной зоны и биосферы в целом. Для создания фундаментальных научных основ технологических решений по восстановлению этого баланса проведён анализ и обобщение как существующих и перспективных технологий, так и природных предпосылок для разработки новационных конвергентных технологий. Нами рассматриваются главным образом технологии применимые к степной зоне и предпосылки их разработки. При этом понятие «природоподобный» фактически сужается до «степеподобный», а «природосообразный» до «степесообразный». Нарушение баланса между биосферой и техносферой рассматривается как вызов планетарного масштаба, ответом на который должны стать принципиально новые природоподобные технологии с приоритетом *природосообразных*, то есть стремящихся к минимуму урона биосфере, к существованию в гармонии с ней и восстановлению нарушенного баланса. Степеподобие охватывает весь спектр технологий, подражающих степным экосистемам и протекающим в них процессам, их составляющим или биологическим объектам, но при том разработанных не обязательно с учётом интереса сохранения степей.

Технологии, реализация которых не поддерживает существование степных экосистем или прямо направлена на их глубокое преобразование, далее называем *степетрансформными*.

Степеподобные технологии, учитывающие интерес сохранения степей или тем более разработанные с целью достижения гармонии человека и степи, далее называем *степесообразными*. Для реализации степесообразности в технологии существует ряд принципиальных проблем, как научно-теоретических, так и практических. Во-первых, природные условия степной зоны в голоцене сложились таким образом, что возникло неизбежное противоречие интересов земледелия и охраны степной природы: зональные почвы степей являются лучшими пахотными угодьями и полностью освоены, в то же время именно на них располагались зональные степные экосистемы, ставшие из-за такого расположения наиболее редкими и исчезающими. Во-вторых, дикие целинные степи фактически утрачены, их крупномасштабное восстановление невозможно, и, следовательно, нет эталонных объектов подражания. В-третьих, по той же причине речь может идти лишь о восстановлении вторичных степей и ресурсов титульных степных видов. В-четвёртых, основным пользователем бывшей степной территории в обозримом будущем останется земледелие, поэтому особо важно его технологическое переоснащение, направленное на хотя бы бездефицитный баланс гумуса — почвосбережение. Решение обозначенных выше проблем является условием развития степесообразности в технологии и достижимо путём конвергенции наук и областей знания, прежде всего агрономии и степеведения.

Степь как природная технология — это «лес наоборот» как по соотношению подземной и надземной фитомасс, так и по фазам наивысшего расцвета растительности: у степи наиболее продуктивны и зрелищны молодые травостои, в то время как у леса — старовозрастные древостои. Степная растительность принципиально динамичнее лесной по сезонам, годам, фазам климатических циклов и характеризуется высокой зависимостью генеративного потенциала и ежегодной продуктивности от возраста и количества осенних осадков. Степная растительность принципиальным образом устойчивее во времени, чем лесная. При равных рисках

единовременной гибели, травостой на порядок быстрее достигнет фазы наивысшего расцвета чем древостой. Здесь подчеркнём, что было бы весьма утопичным пытаться выстраивать технологии по подобию только целинной степи. Степи издревле заселены и уже достаточно давно трансформированы вначале животноводством, затем ещё глубже — земледелием, поэтому в смысле степесообразности речь далее идёт о коэволюции степи и человека в истории, и коэволюции степного ландшафта и «человека ответственного» в будущем.

Нами составлен общий фундаментальный подход к систематизации применяемых и перспективных природоподобных технологий степного землепользования, которые могут быть внедрены в зависимости от различных условий природопользования, природно-климатических, социально-экономических и экологических факторов. Ниже приведен более подробный обзор применяемых и наиболее перспективных технологий, которые применяются или могут применяться в условиях Алтайского края.

2.1. Технологии водоснабжения методами бурения автономных самоизливающихся горизонтальных скважин

Описание

Применяется для орошения, обводнения отдалённых степных пастбищ и развития охотничьего хозяйства, рыборазведения и рекреации. Применяются в некоторых районах Алтайского края.

Рекомендации по применению

Рекомендуется применять на пастбищных сообществах и в местах с недостатком естественной влаги в районах с неглубоким залеганием грунтовых вод.

Потенциальный эффект

Распространение этой технологии позволило бы предотвратить чрезмерную водопойную нагрузку на малые и средние реки

при развитии пастбищного животноводства, а также снижать количество воды, которое необходимо изымать непосредственно из речных русел. Способствуют улучшению качества и плодородия сельскохозяйственных угодий.

2.2. Технология интродукции астрагалов на обеднённые пастбища

Описание

Технология заключается в подсеве семян астрагалов в естественные травостой выбитых пастбищ. Данная технология разработана и детально апробирована в Михайловском районе Алтайского края сотрудниками Алтайского государственного университета д. б. н. Силантьевой М. М. и к. б. н. Корниевской Т. В.

Рекомендации по применению

Рекомендуется применять в степной агроклиматической зоне Алтайского края, а также в схожих природно-климатических условиях в агроландшафтах других регионов степной зоны РФ. В настоящее время применяется в агроландшафте южной Кулунды. В качестве культур рекомендуется применять астрагалы и другие бобовые травы.

Потенциальный эффект

Повышение кормовой продуктивности обеднённых пастбищ путём интродукции астрагалов и других бобовых трав.

2.3. Технология агроколкового ландшафта

Описание

Криволинейные контуры пашни вписаны в систему берёзовых колков и отдельных деревьев (рис. 27). Данная технология позволяет более комплексно и рационально использовать земельные ресурсы в степной и лесостепной зоне.



Рис. 27. Вид с космоснимка Google Earth на агроландшафты в лесостепной зоне Алтайского края

Рекомендации по применению

Рекомендуется применять в лесостепных агроландшафтах. В настоящее время применяется в агроландшафте лесостепных районов как Алтайского края, так и в других регионах

Потенциальный эффект

Сохранение лесоколкового каркаса лесостепи Западной Сибири на фоне полностью распаханых степных плакоров. Позволяет комплексно использовать территорию при вписанности лесоколковых урочищ в агроландшафты.

2.4. Снегосберегающая берёзово-эспарцетовая технология

Описание

Вдоль лесополос в полосах наибольшего снегонакопления (шириной 30–50 м) высеиваются многолетние травы (эспарцет), которые используют дополнительное увлажнение. Лесополоса выступает в роли двусторонней кромки леса, накапливающей запасы снега во много раз больше, чем на поле. Неудобство для весеннего сева зерновых превращается в преимущество для возделывания многолетних трав.

Рекомендации по применению

Рекомендуется применять на территориях с минимальной влагообеспеченностью. В настоящий момент применяется в агроландшафте фермерами южной Кулунды (Михайловский район).

Потенциальный эффект

Дополнительное накопление влаги в весенний период, в качестве культуры используется эспарцет.

2.5. Степное сеноводство

Описание

Использование массивов малопродуктивных земель и залежей под сенокошение, недопущение развития бурьянистых стадий залежей. Подражание естественным степным травостоем с употреблением ежегодного прироста надземной фитомассы.

Рекомендации по применению

Данную технологию рекомендовано применять на малопродуктивных пахотных землях, залежных массивах, на участках целинных и вторичных степей. В настоящее время применяются в различных районах края, а также других регионах степной зоны.

Потенциальный эффект

Увеличение кормовой базы, защита от пожаров ввиду отсутствия бурьянистой стадии залежей. Крупные выровненные участки степных фитоценозов позволяют производить высокотехнологичные наименее затратные сенозаготовки на больших площадях. Такие территории рекомендуются в качестве ядер агроэкологического каркаса постцелинного пространства.

А



Б



Рис. 28. Сенозаготовка в предгорных районах Алтайского края на сельскохозяйственных неудобьях (А) и малопродуктивных землях (Б)

2.6. Технология Агростепей по Д. С. Дзыбову

Описание

Технология восстановления степной растительности посевом заранее заготовленной на степном эталоне семенной листостебельной массы. Данная технология детально разработана, исследована и описана Д. С. Дзыбовым (2010). На примере Оренбургской области данная технология была апробирована сотрудниками Института степи (рис. 29, 30).



Рис. 29. Агростепь в Оренбургской области на чернозем южном солонцеватом (вершина склона). Используемые культуры: коостер полевой, козлородник, ковылок, житняк гребенчатый, 2003 г.

Рекомендации по применению

В условиях Алтайского края может реализовываться как самостоятельно, так и в порядке реализации другой технологии, предполагающей восстановление степного растительного покрова. Наиболее актуально применение в западных и юго-западных районах края на малопродуктивных землях.

Потенциальный эффект

Масштабное применение способствовало бы ускоренному восстановлению растительного покрова близкого к естественному

степному с количественной и качественной нормализацией водного стока.



Рис. 30. Агростепь. Тот же участок, что и на рис. 29, 2023 г.

2.7. Технология возвращения в оборот полей, заросших мелколесьем

Описание

Возвращение заросший мелколесьем полей степной, лесостепной и лесной зоны в аграрный оборот (рис. 31). Древесная и кустарниковая растительность быстро удаляется и измельчается с помощью современной специализированной техники совместно с лесохозяйственной службой.

Рекомендации по применению

Рекомендуется к применению на сельскохозяйственных угодьях пахотного назначения в лесостепных и лесных районах Алтайского края, которые вовлекаются в оборот, после длительного неиспользования и где произошло зарастание сельскохозяйствен-

ных угодий древесно-кустарниковой растительностью. В настоящее время активно применяется в некоторых лесостепных районах, в частности, в Курганской области.

Потенциальный эффект

Способствует более равномерному распределению аграрной нагрузки между степной, лесостепной и лесными зонами. Способствует возвращению в оборот заброшенных земель под пашню или под посевы многолетних трав, ранее используемых в сельском хозяйстве.

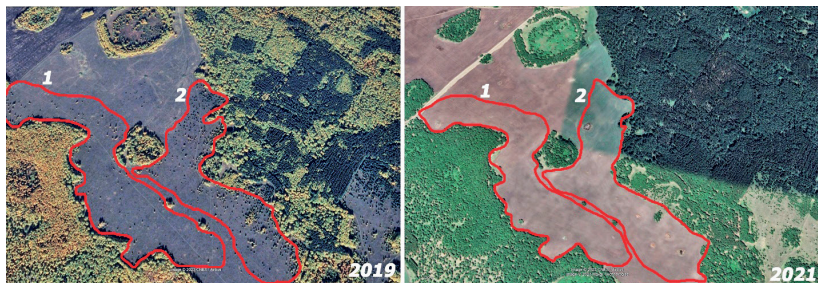


Рис. 31. Фрагмент космоснимков Yandex и Google, на которых заметно удаление древесно-кустарниковой растительности с сельскохозяйственных угодий и возвращение их в пахотооборот

2.8. Высокоинтенсивное полеводство

Описание

Данная перспективная технология способствует увеличению урожайности полей, позволяет достичь более высоких валовых сборов с меньшей площади, что даст возможность вывести из пахотного оборота наименее продуктивные земли в степной зоне и перевести их в кормовые угодья.

Рекомендации по применению

В настоящий момент технология не применяется или применяется крайне редко. Рекомендуется к применению на территориях земледельческой направленности.

Потенциальный эффект

Увеличение валовых сборов с наиболее продуктивных земель, и возможность вывести из пахотного оборота наименее продуктивные земли в степной зоне и перевод их в кормовые угодья в целях оптимизации землепользования.

2.9. Технология многолетних полевых культур

Описание

На данный момент выведением многолетних сортов зерновых, бобовых и масличных культур занимается Институт Земли (г. Салина, Канзас, США) и сотрудничающие с ним организации. Работы направлены на смену парадигмы в сельском хозяйстве и создание устойчивых агропроизводственных систем. Достигается многолетнее произрастание изначально однолетних видов, принципиально повышенная кустистость, что повышает урожайность в разы и экологически уподобляет культурный злак степным дерновинным, разрабатываемая в Институте Земли поликультура уподобляет поле степному сообществу. Успехами Института Земли можно признать выведение многолетнего риса переданного в производство в 2018 г. и выведение зернового сорта пырея получившего название «керназа» (рис. 32).

Рекомендации по применению

Технология является перспективной и в настоящее время не используется. Рекомендуется к применению на землях с пониженным плодородием и на супесчаных эрозионно-опасных землях, где возможно путем создания многолетней дернины получать дополнительную продукцию.

Потенциальный эффект

Сохранение верхнего плодородного слоя почвы на супесчаных и эрозионно-опасных землях, что могло бы привести к со-

кращению ежегодно распахиваемых площадей при тех же посевных площадях.

А



Б



Рис. 32. Посевы (А) и корневая система кернзы (Б, слева) по сравнению с традиционными полевыми злаками (Б, справа)

2.10. Технология динамичного землепользования

Описание

Данная авторская перспективная технология подразумевает ротацию видов сельскохозяйственного использования по аналогии с севооборотом и пастбищеоборотом в цикле «поле-залежь-степь-поле». В данном цикле каждый участок последовательно проходит фазы пахотного поля, залежи с фитомелиорацией, вторичной степи. Цикл подражает природным процессам в степях, за счёт манёвра продолжительностью фаз и соотношением занятых ими площадей способен поддержать адаптацию сельского хозяйства к климатическим изменениям и колебаниям рыночной конъюнктуры.

Рекомендации по применению

Внедрение возможно на сельхозугодиях с широким спектром разрешённого использования (включая пастбище, сенокосы и залежи) с применением других природоподобных технологий, с недопущением развития бурьянистых стадий залежей.

Потенциальный эффект

Масштабная реализация способна содействовать ускоренному восстановлению растительного покрова близкого к естественному степному с количественной и качественной нормализацией водного стока.

2.11. Технология боронования залежей

Описание

Технология заключается в удалении сухостоя и недопущение долговременного существования бурьянистой стадии залежей.

Рекомендации по применению

Рекомендуется применять на залежах с тенденцией к затягиванию бурьянистых стадий. Рекомендуется к применению в западных и юго-западных районах Алтайского края. Как таковая в на-

стоящее время не применяется, возможно применение как с другими технологиями, так и самостоятельно. Должна служить альтернативой сжиганию сухостоя, которое иногда практикуется фермерами.

Потенциальный эффект

Применение данной технологии позволяет проводить обновление травостоя с минимальными затратами, способствует снижению пожарной опасности, т. к. с отсутствием бурьянистых стадий вероятность и интенсивность пожаров существенно снижается.

2.12. Технология «Неоперелог»

Описание

Данная перспективная технология подражает сукцессии степной растительности от нулевой стадии до вторичной степи, а также собственно степной растительности. Это технология землеустройства на равнинной степной местности, при которой 80% технологически пахотопригодных угодий заняты залежами и вторичными степями, функционирующими как кормовая база животноводства, и только 20% находится под зерновыми полями, выполняющими вспомогательную функцию поддержки животноводства. При этом поля регулярно (раз в несколько лет) перемещаются на участки вторичных степей, а оставшиеся залежи постепенно созревают во вторичные степи.

Рекомендации по применению

Перспективно для применения в местности, где биопотенциальная урожайность устойчиво держится ниже порога экономической целесообразности, либо в засушливый период многолетнего климатического цикла. Не применяется на данный момент.

Потенциальный эффект

Масштабная реализация такой технологии способствовала бы ускоренному восстановлению растительного покрова близкого

к естественному степному с количественной и качественной нормализацией водного стока.

2.13. Цикл смены приоритетов в степном землепользовании

Описание

Прогноз сухих и влажных периодов климатических циклов, на основании которого влажный период отдаётся под приоритет зерна и расцвета охотничьего хозяйства на бессточных озёрах с сохранением экологического резерва популяции титульных видов степей. Возможно, бизоноводство вдобавок к охоте на гусеобразных, т. к. бизон — потребитель камыша. Сухой период отдаётся под приоритет степного сеноводства, в охотничьем хозяйстве — сурководство.

Рекомендации по применению

Перспективно для применения в местности, где биопотенциальная урожайность устойчиво держится ниже порога экономической целесообразности, либо в засушливый период многолетнего климатического цикла. Не применяется на данный момент.

Потенциальный эффект

Комплексное рациональное использование ресурсов с сохранением и восстановлением почвенного плодородия, депонирование углерода, сохранение титульных степных видов флоры и фауны. Таким образом, помимо адекватности полевого хозяйства условиям увлажнения территории, было бы достигнуто снижение поверхностного стока в речные бассейны во влажный период, когда повышается угроза опасных ЧС вследствие весенних паводков, и повышение стока в сухой период.

2.14. Технология «Неономадизм»

Описание

Пастбищное кочевое животноводство на новом витке технологического развития с применением опыта кочевых народов степей, современных цифровых технологий и транспортных средств.

Рекомендации по применению

Перспективно для применения в хозяйствах скотоводческой направленности Алтайского края.

Потенциальный эффект

Масштабная реализация такой технологии способствовала бы ускоренному восстановлению растительного покрова близкого к естественному степному с количественной и качественной нормализацией водного стока.

2.15. Технология кадастровой оценки землеустроительных единиц, соответствующих возможностям технологического звена интенсивного земледелия

Описание

Перспективная технология, когда земельный участок формируется исходя из возможности реализации на нём интенсивной технологии земледелия, его площадь подбирается исходя из возможностей минимально достаточного набора техники. Участок оценивается как средство земледелия по интенсивным технологиям. Использование набора техники уподобляется рациональному использованию определённой кормовой площади стадом копытных.

Рекомендации по применению

Рекомендуется в отдельных районах Алтайского края для апробации.

Потенциальный эффект

Технология способствует развитию устойчивого земледелия, оптимизации землеустройства т.к. позволяет качественно и в предусмотренные сроки реализовать современные технологии земледелия, что способствует повышению экологической устойчивости агроландшафтов, урожайности и снижению потерь.

2.16. Технология реабилитации водотоков малых степных рек (технология «Камышловка»)

Описание

По проекту экологической реставрации и восстановления полного водотока, утраченного за предшествующее столетие на р. Камышловка в лесостепи Омской области. Проект реставрации полноценного водотока из системы озёр и озёрных западин на месте бывшего речного русла от истоков до устья для управления поверхностным стоком.

Рекомендации по применению

Рекомендуется применять при необходимости в зависимости от интенсивности весенних паводков для управления поверхностным стоком с целью предотвращения катастрофических подтоплений больших территорий, гибели лесов и выбытия полей из оборота.

Потенциальный эффект

Подобные технологии возможно реализовать для экологической реставрации утраченных русел малых степных рек в Алтайском крае и других степных регионах.

Контрольные вопросы

1. Охарактеризуйте технологии водоснабжения методом бурения автономных самоизливающихся горизонтальных скважин. Для каких целей они примеряются и в чём состоит их потенциальный эффект?

2. В каких случаях и с какой целью проводится интродукция астрагалов в естественные травостои?

3. Опишите технологию агроколкового ландшафта. В чём заключается её сущность и потенциальный эффект от реализации?

4. Охарактеризуйте снегособирающие берёзово-эспарцетовые технологии. Как они реализуются в засушливых условиях степной зоны России?

5. Дайте понятие технологиям степного сеноводства. В каких случаях они применяются и как реализуются на практике?

6. Охарактеризуйте технологию восстановления степной растительности методом Д. С. Дзыбова. Что используется в данной технологии в качестве посевного материала и как осуществляется его заготовка?

7. В чём заключается сущность и основное назначение технологий возвращения в оборот полей, заросших мелколесьем? Какова их целесообразность и потенциальный эффект от реализации?

8. Охарактеризуйте технологию многолетних зерновых, бобовых и масличных культур. В чём заключается принципиальное отличие от возделывания однолетних культур: экономический и производственный эффект?

9. Опишите технологии динамичного землепользования. В чём состоит подражание природным процессам при их реализации?

10. В чём заключается сущность технологий боронования залежей? В каких случаях достигается наибольший производственный эффект?

11. На чём основано применение технологии «неоперелог»? Какова её целесообразность и пространственная привязанность к характеру местности?

12. В каких случаях и с какой целью проводится смена циклов приоритетов в технологиях степного землепользования? Для каких территорий их реализация наиболее перспективна?

13. Охарактеризуйте технологии «неономадизма». В чём состоит их принципиальное отличие от других технологий в пастбищном кочевом животноводстве?

14. Назовите основные звенья технологии кадастровой оценки землеустроительных единиц, соответствующих возможностям технологического звена интенсивного земледелия.

15. В чём заключается сущность технологии реабилитации водотоков малых степных рек (технологии «Камышловка»)?

ТЕРМИНЫ

Технология — комплекс (*система*) организационных мероприятий, операций, приёмов и инструментов, направленных на достижение желаемого результата в решении практических задач.

Новационная технология — процесс создания нового продукта или усовершенствования уже существующего, основанный на новых и уникальных способах производства, позволяющих эффективно использовать ресурсы.

Землепользование — использование (эксплуатация) земли в определённом законом порядке с использованием собственного или наёмного труда.

Технология земледелия — совокупность (*система*) научно обоснованных методов (*агроприёмов*) воздействия на среду обитания сельскохозяйственных растений (*согласованных во времени и пространстве и адаптированных к зональным условиям*) с целью оптимизации основных жизненно важных факторов (*света, тепла, воды, питательных веществ и воздуха*).

Природоподобная технология земледелия — совокупность (*система*) научно обоснованных методов (*агроприёмов*) возделывания полевых культур, направленная на приближение условий существования почвы и растений в агроценозах к условиям, характерным для естественных растительных сообществ.

Гидротермический режим почвы — условия температуры и влажности, определяющие интенсивность и направленность биологических процессов, и скорость химических взаимодействий.

Плодородие почвы — способность почвы удовлетворять потребности растений в факторах внешней среды (*элементы ми-*

нерального питания, вода, воздух и др.) и обеспечивать условия для высокой реализации их генетического потенциала.

Биологические особенности полевых культур — индивидуальные (в т. ч. сортовые) особенности полевых культур, выражающиеся в их отношении к обеспеченности факторами внешней среды (элементы минерального питания, вода, воздух и др.).

Эрозия почвы — процесс деградации (разрушения) почвы под воздействием природных (воды, ветра) или антропогенных факторов и выражающийся в значительном снижении её плодородия.

Монокультура — длительно непрерывно возделываемая на одном и том же поле с.-х. культура или единственная с.-х. культура в хозяйстве.

Севооборот — научно обоснованное чередование с.-х. культур и паров в пространстве и во времени.

Пестициды — препараты химической или биологической природы, используемые для защиты с.-х. культур от вредных объектов (сорные растения, вредители, болезни).

Гумус — основное органическое вещество почвы, содержащее питательные вещества, необходимые растениям.

Пашня — (здесь) сельскохозяйственные земельные участки, ежегодно обрабатываемые (вспахиваемые) плугом.

Интенсивный сорт — современный технологичный сорт, отличающийся значительной вероятной продуктивностью и большими прибавками урожайности при улучшении агротехники.

Расширенное воспроизводство почвенного плодородия — создание почвенного плодородия выше исходного уровня.

Вспашка — глубокая обработка почвы отвальным плугом, при которой производится подрезание, оборачивание, крошение и частичное перемешивание обрабатываемого слоя почвы.

Безотвальное рыхление почвы — обработка почвы плоскорезными орудиями (плоскорезами) без оборачивания обрабатываемого слоя с его частичным крошением и сохранением на поверхности большей части пожнивных и поукосных остатков.

Сошник — приспособление в сеялке для нарезания бороздки в почве и высевания в неё семян.

Пропашные культуры — полевые растения, высеваемые с широкими междурядьями (обычно 70 см), неоднократно обрабатываемыми (пропахиваемыми) в течение вегетации культиваторами, для улучшения аэрации корневых систем и уничтожения сорных растений.

Навигация сельскохозяйственной техники — управление траекторией движения сельскохозяйственной техники и обеспечение параллельности предыдущему гону с использованием спутниковых данных.

Дисковая борона (дискатор) — тяжёлое сельскохозяйственное орудие с рабочими органами в виде сферических дисков, движущихся под углом к направлению обработки, предназначенное для поверхностной обработки почвы на глубину до 15 см, уничтожения сорняков и измельчения пожнивных остатков.

Мульча — измельчённая незерновая часть урожая, предназначенная для укрытия поверхности почвы или перемешивания с верхним слоем почвы с целью возврата органики и сохранения влаги.

Сидераты — растения, выращиваемые с целью последующей заделки в почву для повышения её плодородия.

Законы земледелия — закономерности, описывающие взаимодействие факторов жизни растений и определяющие оптимальные условия их роста для формирования максимального урожая.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Акыш М., Туякбаев М. Новые номады и Великая степь. Как восстановить мобильное пастбищное животноводство Казахстана и сделать его эффективным и прибыльным. — Екатеринбург: Издательские решения, 2019. — 128 с.

2. Бакиров Ф. Г., Петрова Г. В., Долматов А. П., Нестеренко Ю. М., Халин А. В., Поляков Д. Г. Эффективность использования влаги ресурсосберегающими технологиями в растениеводстве Оренбуржья // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. — 2016. — № 6 (62). — С. 198–201.

3. Бакиров Ф. Г., Поляков Д. Г., Халин А. В., Баландина А. А. Прямой посев и No-till в Оренбуржье // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. — 2018. — № 5 (73). — С. 50–54.

4. Беяев В. И., Вольнов В. В., Соколова Л. В. Прямой посев зерновых культур в Алтайском крае: совершенствование агротехнологий, системы машин и обоснование рациональных параметров: монография / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Алтайский государственный аграрный университет»; В. И. Беяев, В. В. Вольнов, Л. В. Соколова. — Барнаул, 2020. — 168 с.

5. Беяев В. И., Грюнвальд Л. С., Акшалов К. А., Мейнель Т., Соколова Л. В. Модернизация современных агротехнологий производства зерна в условиях степной зоны Алтайского края. В: Фрюауф М., Гуггенбергер Г., Мейнель Т., Тисфельд И., Ленц С. (ред.) КУЛУНДА: Сельское хозяйство с учетом климата. Инновации в ландшафтных исследованиях. Springer, Cham. — 2020 г. — Гл.

25. — С. 341–354. DOI: 10.1007/978-3-030-15927-6_25 https://doi.org/10.1007/978-3-030-15927-6_25

6. Беляев В. И., Соколова Л. В. Оценка агроклиматического потенциала территории Алтайского края // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. — 2020. — № 12 (194). — С. 59–64.

7. Беляев В. И. Ресурсосберегающие технологии возделывания зерновых культур в Алтайском крае: монография / В. И. Беляев, В. В. Вольнов. — Барнаул: Изд-во АГАУ, 2010. — 178 с.

8. Беляев В. И., Соколова Л. В. Водный режим почвы, урожайность и качество зерна яровой пшеницы по технологии прямого посева в степной зоне Алтайского края // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 659 012024. — 2021. — DOI:10.1088/1755-1315/659/1/012024 <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/659/1/012024>

9. Беляков А. М., Назарова М. В. Агроландшафты и технологии засушливого земледелия // Научно-агрономический журнал. — 2018. — № 1 (102). — С. 35–39.

10. Власенко А. Н., Власенко Н. Г., Коротких Н. А. Разработка технологии No-till на черноземе выщелоченном лесостепи Западной Сибири // Земледелие. — 2011. — № 5. — С. 20–22.

11. Гулянов Ю. А. Перспективы использования информационных ресурсов ДЗЗ для управления производственным процессом полевых агроценозов // Земледелие. — 2022. — № 2. — С. 26–31.

12. Гулянов Ю. А., Чибилёв (мл) А. А., Чибилёв А. А., Левыкин С. В. Проблемы адаптации степного землепользования к антропогенным и климатическим изменениям (на примере Оренбургской области) // Известия Российской академии наук. Серия географическая. — 2022. — Т. 86. — № 1. — С. 28–40.

13. Гулянов Ю. А., Чибилёв А. А. Богарное земледелие в степной и лесостепной зоне бассейна Урала и адаптация агротехнологий к изменяющейся влагообеспеченности, как способ сохранения ресурсов поверхностных вод // Юг России: экология, развитие. — 2023. — Т. 18. — № 1 (66). — С. 117–125.

14. Гулянов Ю. А., Чибилёв А. А. Экологизация степных агротехнологий в условиях природных и антропогенных изменений окружающей среды // Теоретическая и прикладная экология. — 2019. — № 3. — С. 5–11.

15. Дзыбов Д. С. Агростепи. — Ставрополь: АГРУС, 2010. — 256 с.

16. Дубачинская Н. Н. Научные основы адаптивно-ландшафтных систем земледелия на солонцовых землях степной зоны Южного Урала: автореферат дис. ... доктора сельскохозяйственных наук: 06.01.01 / Сам. гос. с.-х. акад. — Кинель, 2000. — 54 с.

17. Евсеев В. И. Пастбища юго-востока. — Чкалов: Кн. изд-во, 1954. — 340 с.

18. Кирюшин В. И. Экологические основы земледелия. — М.: Колос, 1996. — 367 с.

19. Кирюшин В. И. Проблема экологизации земледелия в России (Белгородская модель) // Достижения науки и техники АПК. 2012. — № 12. — С. 3–9.

20. Кирюшин В. И. Задачи оптимизации землепользования в России // Бюллетень Почвенного института имени В. В. Докучаева. — 2023. — Вып. 116. — С. 5–25.

21. Константинов М. М., Глушков И. Н., Пашинин С. С. Обеспечение процесса снегозадержания с использованием валковой порционной жатки с устройством образования стерневых кулис // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. — 2012. — № 6 (38). — С. 81–83.

22. Корниевская Т. В. Интродукция *Astragalus cicer* L., *A. opobrychis* L. и *A. sulcatus* L. в условиях сухостепной зоны Западной Кулунды. Автореферат дисс. на соиск. учёной степени кандидата биол. наук. — Новосибирск: Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, 2020. — 19 с.

23. Ларин И. В. Луговое хозяйство и пастбищное хозяйство. 3- изд., перераб. и доп. — Л.: Колос, 1969. — 549 с.

24. Ларин И. В. Пастбищеоборот, система использования пастбищ и ухода за ними. — М., Л.: Сельхозгиз, 1955. — 123 с.

25. Левыкин С. В. Значение системы фитомелиораций в сохранении и реабилитации ландшафтного разнообразия степей // Перспективные направления стабилизации и развития агропромышленного комплекса Казахстана в современных условиях: Сб. докл. междунар. научно-практ. конф. посв. 90-л. Уральской опытной станции и 100-л. Н. И. Башмакова. Уральск: РГКП «Уральская сельскохозяйственная опытная станция», 2004. — С. 76–83.

26. Левыкин С. В. Теория управления земельными ресурсами агроэкосистем на основе сохранения и реабилитации ландшафтно-биологического разнообразия степей. Автореферат дисс. на соиск. учёной степени доктора географических наук. — Астрахань, 2006. — 35 с.

27. Лосев А. П., Журкина Л. Л. Агрометеорология. — М.: Колос, 2001. — С. 179–184.

28. Мальцев Т. С. Вопросы земледелия. — Москва: Сельхозгиз, 1955. — 430 с.

29. Мануш С. Г. Сельское хозяйство и охрана фауны. — М.: Агропромиздат, 1990. — 112 с.

30. Мейнель Т., Беяев В. И., Акшалов К. А., Грюнвальд Л. С., Соколова Л. В. Требования к современным системам земледелия. В: Фрюауф, М., Гуггенбергер, Г., Мейнель, Т., Тисфельд, И., Ленц, С. (ред.) КУЛУНДА: Сельское хозяйство с учетом климата. Инновации в ландшафтных исследованиях. Springer, Cham. — 2020. — Гл. 24. — С. 325–339. DOI: 10.1007/978-3-030-15927-6_24 https://doi.org/10.1007/978-3-030-15927-6_24

31. Мониторинг плодородия почв земель сельскохозяйственных угодий Алтайского края (1965–2010 гг.) / составители: Сарыкин В. Н., Храмова Т. Д., Заруднев Ю. И. [и др.]. — Барнаул, 2012. — 30 с.

32. Неклюдов А. Ф. Научные основы полевых севооборотов на чернозёмах Западной Сибири: автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук. — Омск, 1990. — 32 с.

33. Овсинский И. Е. Новая система земледелия; перевод с польского под редакцией Д. Калениченко; перевод с польского С. Сикорского. — Репр. Изд. 1909 г. — Москва: Директ-Медиа, 2014. — 305 с.

34. Овчарова Н. В., Силантьева М. М., Беляев В. И., Гулянов Ю. А., Соколова Л. В., Плуталова Т. Г., Ботвич И. Ю., Емельянов Д. В. Применение методов и подходов биологизации земледелия для оценки плодородия почвы и потенциальной урожайности в условиях степной и лесостепной зон Алтайского края // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. — 2023. — № 9 (227). — С. 5–13.

35. Рациональные параметры низкоэмиссионных агротехнологий производства зерна в Алтайском крае: научно-практические рекомендации / В. И. Беляев, Л. В. Соколова, А. С. Шайхудинов [и др.]. — Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2020. — 79 с.

36. Стецов Г. Я. Экологические проблемы защиты растений на Алтае и пути их решения. — Текст: непосредственный // Производство продукции сельского хозяйства в Алтайском крае в современных условиях: проблемы и решения: материалы научно-практической конференции. — Барнаул, 1998. — С. 183–185.

37. Guggenberger G., Bischoff N., Shibistova O., Müller C., Rolinski S., Puzanov A., Prishchepov A. V., Schierhorn F. and Mikutta R. Interactive Effects of Land Use and Climate on Soil Organic Carbon Storage in Western Siberian Steppe Soils // Frühauf M., Guggenberger G., Meinel T., Theesfeld I., Lentz S. (eds) KULUNDA: Climate Smart Agriculture. Innovations in Landscape Research. Springer, Cham, 2020. — P. 183–199.

38. Lanker M., Bell M., Picasso V. D. Farmer perspectives and experiences introducing the novel perennial grain Kernza intermediate wheatgrass in the US Midwest. *Renewable Agriculture and Food Systems* 35. — 2020. — 653–662. <https://doi.org/10.1017/S1742170519000310>

39. Natural systems agriculture // The Land Institute [Интернет-сайт]. — 2022. — URL: <https://landinstitute.org/our-work/> Последний доступ: 31.08.2022

40. Perennial crops: New hardware for agriculture // The Land Institute [Интернет-сайт] — 2022. — URL: <https://landinstitute.org/our-work/perennial-crops/> Последний доступ: 31.08.2022

41. Wesche K., Korolyuk A., Lashchinsky N., Silantyeva M. M., Rosche C., Hen-sen I. The Kulunda Steppe as Part of the Eurasian Steppe Belt. In: Frühauf M., Guggen-berger G., Meinel T., Theesfeld I., Lentz S. (eds) KULUNDA: Climate Smart Agriculture. Innovations in Landscape Research. Springer, Cham. — 2020. — P. 7–18. — https://doi.org/10.1007/978-3-030-15927-6_2.

Для заметок

Учебное издание

**НОВАЦИОННЫЕ ПРИРОДОПОДОБНЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ СТЕПНОГО
ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ И ПРИРОДНЫЕ
ПРЕДПОСЫЛКИ К ИХ РАЗРАБОТКЕ**

Чибилёв Александр Александрович,
Гулянов Юрий Александрович,
Левыкин Сергей Вячеславович и др.

Издание опубликовано в авторской редакции

Подготовка оригинал-макета,
оформление обложки: О. В. Майер

Подписано в печать 22.11.2023.

Выход в свет 06.12.2023.

Формат 60x84/16. Бумага офсетная.

Усл.-печ. л. 4,2. Тираж 100 экз. Заказ 746.

Издательство Алтайского государственного университета

Издательская лицензия ЛР 020261 от 14.01.1997.

Типография Алтайского государственного университета:

656049 Барнаул, ул. Димитрова, 66