

Лекция 1

Проектирование агротехнологий

Понятие об агротехнологиях, принципы их формирования и освоения

Проф. Беленков А.И.

План лекции

1. Принципы формирования и освоения агротехнологий.
2. Альтернативные системы земледелия.
3. Проектирование высоких технологий возделывания полевых культур

Литература

- ❑ Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий. Методическое руководство / Под. ред. В.И. Кирюшина, А.Л. Иванова. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2005.
- ❑ Кирюшин В.И. Экологизация земледелия и технологическая политика. – М.: Изд-во МСХА, 2000.
- ❑ Кирюшин В.И. Экологические основы земледелия – М.: Колос, 1996. – 367 с.
- ❑ Беленков А.И., Матюк Н.С., Мазиров М.А. Адаптивно-ландшафтные системы земледелия: учебное пособие. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА. –2013. –187 с.
- ❑ Навигационные технологии в сельском хозяйстве. Координатное земледелие / В.И. Балабанов, С.В. Железова, Е.В. Березовский, А.И. Беленков, Егоров В.В.: Учебное пособие. –М.: Изд-во РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2013. –148 с.

- **Современные агротехнологии** представляют собой комплексы технологических операций по управлению продукционными процессами определенных типов сортов сельскохозяйственных культур с целью получения урожайности и качества продукции в соответствии с конкретными агроэкологическими условиями, уровнями интенсификации производства и хозяйственными укладами при обеспечении оптимальной экономической, энергетической эффективности и экологической безопасности и определенной экономической эффективности. Агротехнологии связаны в единую систему управления агроландшафтом через севообороты, системы обработки почвы, удобрения и защиты растений, то есть являются составной частью адаптивно-ландшафтных систем земледелия. При этом они имеют индивидуальное значение, определяемое прежде всего особенностями сорта, поскольку каждому типу сорта (по назначению, интенсивности и другим параметрам) соответствует

Принципы формирования и освоения агротехнологий

- **Альтернативность, возможность выбора.**
- **Адаптированность к природным условиям, производственно-ресурсному потенциалу и хозяйственным укладам.**
- **Принципы устранения лимитирующих факторов.**
- **Экономически и экологически мотивированное размещение агротехнологий в агроландшафтах с приоритетом интенсификации использования благополучных земель и ограничениях использования маргинальных земель.**
- **Системность построения агротехнологий с привлечением математических моделей, учитывающих системные связи, выявляемые в многофакторных полевых экспериментах.**
- **Обеспечение оптимальной экономической и энергетической эффективности.**
- **Обеспечение экологической безопасности, экологизация и биологизация.**
- **Использование новейших достижений НТП.**
- **Ведение федерального и региональных регистров агротехнологий.**
- **Обеспечение проектирования наукоемких агротехнологий.**

Классификация агротехнологий

Агроэкологические типы земель	Назначение продукции	Уровень интенсификации	Способ производства	Ограничения химизации
Слабозрозионная	Продовольственная	Экстенсивная	Почвозащитная	Биодинамическая
Сильноэрозионная	Кормовая	Нормальная	Мелиоративная	Органическая
Малосолонцовая	Техническая	Интенсивная	Гребнерядовая	Биологическая
Сильносолонцовая		Высокоинтенсивная (точная)		

Сравнительная оценка агротехнологий различного уровня интенсификации

Основные показатели	Агротехнологии			
	Экстенсивные	Нормальные	Интенсивные	Высокие
Сорта	Толерантные	Пластичные	Интенсивные	С заданными параметрами
Почвенно-ландшафтные условия	Различной сложности	Умеренно сложные	КУ>0,6, плоские ЭАА, пятнистости	КУ>0,8, плоские ЭАА, однородные ПК
Удобрение	Нет	Поддерживающее	Программированное	Точное
Защита растений	Пассивная	Эпизодическая	Интегрированная по ЭПВ	Биологизированная
Обработка почвы	Система вспашки	Почвозащитная комбинированная	Дифференцированно минимизированная	Оптимизированная
Техника	1..2 поколения	3-го поколения	4-го поколения	Прецизионная
Качество продукции	Неопределенное	Неустойчиво удовлетворительное	Отвечающее требованиям переработки и рынка	Сбалансированное по всем компонентам
Землеоценочная основа	Почвенные карты 1:25000	Почвенные карты 1:10000	Почвенно-ландшафтные карты	ГИС
Экологический риск	Активная деградация почв и ландшафтов	Деградация почв	Риск загрязнения	Минимальный риск

Альтернативные системы земледелия

- Биодинамическое земледелие Р. Штайнера (на основе теософии).**
- Биологические системы М. Фукуоки (духовный путь), Огаты и др.**
- Биологические системы земледелия А. Ховарда (на основе интеграции крестьянского опыта Южной и Юго-восточной Азии), Д. Родейл.**
- Органическое земледелие в современной интерпретации Международной ассоциации органического земледелия (IFOAM).**

Суть технологической модернизации
земледелия заключается в адаптивной
интенсификации и экологизации его
путем поступательного освоения
наукоемких агротехнологий в системах
адаптивно-ландшафтного земледелия.

Для решения этой проблемы в
России имеются необходимые природно-
ресурсные, материально-технические и
научные предпосылки.

Годы	Этапы мировой агротехнологической революции	Эволюция систем земледелия в России
60-е	Зеленая	Травопольная Мальцевская
70-е	Агрохимическая	Почвозащитная Противоэрозионные
80-е	Трансгенная	Зональные
90-е	Информатизационная	Адаптивно-ландшафтные

- **«Первостепенная задача сегодня заключается в том, чтобы привести имеющийся арсенал агротехнических средств в более тесное соответствие с конкретными природными условиями... В соответствии с различными почвенными, гидрологическими, геоморфологическими и другими условиями должны изменяться система обработки почвы (характер обработки, глубина и частота), подбор и размещение культур, структура посевных площадей...» (Бараев А.И., Кирюшин В.И., 1978)**

- **«Первостепенная задача сегодня заключается в том, чтобы привести имеющийся арсенал агротехнических средств в более тесное соответствие с конкретными природными условиями... В соответствии с различными почвенными, гидрологическими, геоморфологическими и другими условиями должны изменяться система обработки почвы (характер обработки, глубина и частота), подбор и размещение культур, структура посевных площадей...» (Бараев А.И., Кирюшин В.И., 1978)**

Классификация адаптивно-ландшафтных систем земледелия

Агроэкологические условия			Основные направления растениеводства	Уровень интенсификации	Форма использования земли и воспроизводства плодородия почвы	Ограничения химизации
Природно-сельскохозяйственная зона	Провинция	Агроэкологическая группа земель				
Среднетаежная, Южнотаежная, Лесостепная, Степная, Сухостепная	Среднерусская, Южнорусская, Предкавказская, Заволжская, Предуральская, Западно-сибирская и т.д.	Плакорные, Эрозионные, Дефляционные, Переувлажненные, Солонцовые, Литогенные, Мерзлотные и т.д.	Зерновая, Кормовая, Технических культур, Сенокосопастбищная и др	Экстенсивные, Нормальные, Интенсивные, Высокоинтенсивные, Точные	Паровая, Противоэрозийная, Противодефляционная Контурномелиоративная Гребнегрядовая Гидромелиоративная и др.	Для водохранимых зон. Биодинамическая. Органическая

Пример: Западносибирская лесостепная зерно-кормовая противоэрозийная интенсивная система земледелия на холмисто-увалистых равнинах с выщелоченными черноземами

Точное земледелие

Высшая форма интенсификации адаптивно-ландшафтного земледелия, включающая наукоемкие агротехнологии высокой интенсивности и экологической безопасности с заданным качеством продукции, выполняемые прецизионными автоматизированными техническими средствами на основе ГИС.

- **«Точное земледелие – фундаментальная наука, занимающаяся разработкой стратегии и тактики земледелия, а также оперативного управления производственным процессом сельскохозяйственных растений с учетом биологических особенностей культуры и сорта, локальных условий почвенного питания растений и микроклиматических особенностей территории».** В.П. Якушев, 2009.
- **«Координатное земледелие – прикладная наука, разрабатывающая дифференцированные технологии земледелия, направленные на получение заданных экономически и экологически обусловленных урожаев при максимальной экономии невозобновляемых ресурсов с учетом неоднородности почвенного покрова в пределах одного поля».** В.П. Якушев, 2009.

По определению Д. Шпаара и др. (2007) под **точной земледелием** понимают «совокупность технологических приемов для целенаправленной дифференцированной обработки отдельных частей поля с учетом мелкомасштабных особенностей природных условий для создания наиболее благоприятных условий роста и развития культурных растений в связи с неоднородностью поля по плодородию, распространению вредителей, болезней и сорняков, на основе концентрации технологических операций в пространстве, в оптимальные сроки и при рациональной дозировке с целью создать основу для экономически эффективного и экологически обоснованного землепользования».

Точное земледелие включает:

- 1. Проектирование АЛСЗ и агротехнологии на основе электронных ГИС высокой точности.**
- 2. Выделение производственных участков с однородным почвенным покровом и оптимальными условиями увлажнения, теплообеспеченности и почвенного плодородия.**
- 3. Прецизионную предпосевную обработку почвы и точный посев.**
- 4. Регулирование продукционного процесса специальных сортов растений по микропериодам органогенеза с использованием самонастраивающихся автоматизированных средств на основе электронных систем управления.**
- 5. Идентификацию состояния посевов и прогноз урожайности на основе автоматизированных дистанционных систем наблюдения.**
- 6. Дифференцированную уборку сельскохозяйственных культур с учетом качества урожая с автоматизированным его определением.**

• ***Для точных технологий необходимы:***

- 1. Навигационная система – глобальная система позиционирования (ГСП) с вводом данных в бортовой компьютер.
- 2. Комбайны для уборки урожая с постоянным измерением его величины, в соответствии с которой бортовой компьютер задает скорость движения агрегата, оборотов молотильного барабана и другие необходимые параметры. Использование таких комбайнов – первый шаг в переходе к точному земледелию.
- 3. Аппаратура для исследования изменчивости характеристик почвы в пределах поля с использованием автоматизированных средств, размещаемая на самом движителе, или на прицепном устройстве.
- 4. Рабочие органы сельскохозяйственных машин с компьютерным управлением технологическими операциями (норма высева, дозы внесения удобрений и средств защиты растений).
- 5. Стационарный компьютер с программным обеспечением, выполняющий следующие функции:
 - - ведение картотеки полей с использованием геоинформационных систем (ГИС);
 - - анализ вариабельности почвенного и растительного покровов;
 - - формирование программы и ее запись на диск, дискету и др.
- 6. Бортовой компьютер с программным обеспечением, реализующим программу управления, осуществляющий:
 - - прием сигналов от ГСП и других датчиков в процессе движения агрегата по полю;
 - - накопление данных с использованием ГИС-технологии;
 - - управление технологическими операциями

Спутниковый снимок полевого опыта Центра Точного Земледелия, 2009 г



Пестицидные зоны

		Традиционное земледелие 60 м	Точное земледелие 60		Точное земледелие 30 м	Точное земледелие 30 м		
		Дорога 8 м						
Капустный 100 м			Дорога 8 м		Почва 8 м		Дорога 8 м	
		Дорога 8 м						
Капустный 33 м			Дорога 8 м				Дорога 8 м	
		Дорога 18 м						
Ячмень 100 м			Дорога 8 м		Почва 8 м		Дорога 8 м	
		Дорога 8 м						
Ячмень 100 м			Дорога 8 м				Дорога 8 м	
		Дорога 25 м						
								Выделенный с/х
								Песочный
								Выделенный с/х
								Песочный



Φoto 1. Στυβόσκιερη μηχανή για κλιμακωμένη
τοπογραφική μελέτη αγροπελάων το 2010



Φoto 2. GIS σάτυλας



**Фото 1. Спутниковая антенна
управления трактором при выполнении
технологических агроприемов точного
земледелия**



**Фото 2. Вспомогательное управление при
выполнении технологических приемов
земледелия**



Спутниковая антенна управления техникой при выполнении технологических агроприемов точного земледелия



Компьютерное управление при выполнении технологии точного земледелия

Внесение минеральных удобрений с использованием системы GPS.





Поделяночная уборка ячменя.



Урожайность культур в полевом опыте ЦТЗ, т/га

Обработка почвы	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	среднее
Вика + овес								
Отвальная	21,3	20,5	10,8	20,6	22,1	24,5	31,2	21,6
Нулевая	25,0	19,4	9,4	27,3	24,3	25,3	28,9	22,8
НСР	3,4	1,08	2,59	3,10	2,0	0,83	3,07	-
Озимая пшеница								
Отвальная	4,23	4,63	3,70	6,31	6,12	2,75	6,74	4,93
Нулевая	5,09	4,11	3,55	6,15	5,87	4,59	6,73	5,16
НСР	0,23	0,25	0,23	0,14	0,19	1,42	0,11	-
Картофель								
Отвальная	41,5	21,7	24,4	19,9	28,6	25,1	31,4	27,5
Минимальная	37,5	20,7	23,2	18,3	25,9	24,6	26,2	25,2
НСР	1,74	1,42	0,50	0,56	0,16	0,90	1,08	-
Ячмень								
Отвальная	5,40	3,35	2,62	4,33	5,16	3,85	5,52	4,32
минимальная	5,78	2,99	2,83	4,20	5,00	4,01	5,22	4,29
НСР	0,26	0,21	0,41	0,90	0,13	0,17	0,28	-

Потенциальные возможности производства зерна в России при различных агротехнологиях и потребность в минеральных удобрениях

Уровень интенсификации агротехнологий	Внесение удобрений на 1 га в кг д.в.	Окупаемость удобрений, кг зерна 1 кг д.в.	Урожайность, т/га	Валовой сбор зерна, млн т	Потребность удобрений, млн т
На площадь посева зерновых 45 млн. га					
Экстенсивные	0	--	1,7	76,5	0
Нормальные	100	8	2,5	112,5	4,5
Интенсивные и нормальные	150	10	3,2	144,0	6,75
Интенсивные, высокие и нормальные	200	12	4,1	184,5	9,0
На площадь посева зерновых 70 млн. га					
Экстенсивные	0	--	1,5	105,0	0
Нормальные	100	7	2,2	168,0	7,0
Интенсивные и нормальные	150	9	2,85	199,5	10,5
Интенсивные, высокие и нормальные	200	12	3,9	273,0	14,0

Урожайность сельскохозяйственных культур в

ЕС-27

Культура	2011	2012	В среднем за последние 5 лет
зерновые	51,6	48,6	50,0
пшеница, в т.ч.	53,8	52,5	53,1
мягкая	56,0	55,2	55,7
твердая	33,8	30,0	31,7
ячмень, в т.ч.	43,2	43,4	43,6
яровой	38,7	38,8	38,3
озимый	50,2	51,7	51,5
кукуруза	76,5	60,7	69,5
рожь	30,6	34,2	31,6
тритикале	38,9	38,8	39,8
рапс	28,6	30,3	30,0
картофель	324,	308,7	300,5
сахарная свекла	709,9	686,5	677,4
подсолнечник	20,4	16,4	13,0

спасибо за внимание.