

ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ
Агрономический факультет

Экологизация агроландшафтов

Методические указания к практическим занятиям и самостоятельной подготовке магистрантов

Новосибирск
2015

УДК 631.95

Коробова Л.Н. Экологизация агроландшафтов: Методические указания к практическим занятиям и самостоятельной подготовке магистрантов/ Новосибир. гос. аграр. ун-т. – Новосибирск, 2015. – 51 с.

Рецензент
канд. пед. наук, доцент Е.Г. Медяков

Методические указания предназначены для студентов, обучающихся в магистратуре по направлению подготовки 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение.

Содержат практические занятия по основным разделам курса «Экологизация агроландшафтов»: основы организации и управления агроландшафтами, направления оптимизации агроландшафтов, зарубежный опыт экологизации агроландшафтов, а также вопросы для самопроверки знаний.

Утверждены и рекомендованы к изданию учебно-методическим советом агрономического факультета (протокол № 9 от 14 октября 2015 г.)

Коробова Л.Н., 2015
Новосибирский ГАУ, 2015

Введение

Агроландшафт – это часть природного ландшафта, выделенная по ведущим агроэкологическим факторам и предназначенная для организации производства сельскохозяйственных культур и удовлетворения потребностей сельскохозяйственных животных и человека. Экологические проблемы в агроландшафтах относятся к категории универсальных, то есть встречаются в мире повсеместно, т.к. современные технологии земледелия и животноводства отличаются мощным воздействием на окружающую среду.

Это механическое воздействие (обработка почвы, осушение, орошение, выпас скота), воздействие химического характера (удобрения, пестициды, стимуляторы роста, дефолианты, десиканты), биологическое воздействие (посев и посадка растений, микробные препараты, применение энтомофагов, вермикультура, внедрение новых культур и т.д.). Антропогенная нагрузка во многих агроландшафтах превышает их экологическую емкость, т.е. ту нагрузку, которую способен воспринять агроландшафт, сохраняя экологическую и производственную устойчивость.

В результате этого отдельные свойства компонентов ландшафта изменяются настолько, что нарушаются заданные агроландшафту социально-экономические функции.

Изложенные в данном учебном пособии практические работы и вопросы для самостоятельного изучения дают возможность студентам познакомиться с некоторыми подходами к оптимизации ландшафтной среды. Цель такой оптимизации – достичь сбалансированного соотношения между эксплуатацией агроландшафтов, их охраной и целенаправленным преобразованием, что даст возможность экологизировать территорию и получать на ней безопасную продукцию высокого качества.

БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЙ РАСТЕНИЕВОДСТВА

Цель: научиться проводить биоэнергетическую оценку сельскохозяйственных культур и севооборотов.

Сельское хозяйство – особая отрасль материального производства, где соединяются естественные функции потребляющего энергию животного и накапливающего эту энергию растительного сообщества, которая воспроизводится в растениях, образуясь в процессе фотосинтетической деятельности.

В энергетическом балансе агроценоза основным источником энергии, обеспечивающим формирование урожая, является солнце. Суммарная радиация, приходящая на 1 га в лесостепной зоне Западной Сибири за вегетационный период зерновых яровых, оценивается в $207,665 \cdot 10^5$ МДж и ФАР (фотосинтетически активная радиация) – $103,414 \cdot 10^5$ МДж, а в степной зоне соответственно – $226,925 \cdot 10^5$ и $113,044 \cdot 10^5$ МДж. Однако большая часть солнечной энергии уходит на транспирацию (35%) и на нагрев растений (14%), тогда как за счет фотосинтеза аккумулируется около 1% суммарной солнечной радиации. В южной лесостепи Западной Сибири за 1977- 1986 гг. коэффициент использования ФАР составил от 0,67% в засушливом году на бессменной пшенице до 1,92% на яровой пшенице, размещенной по чистому пару во влажном году. По мнению А.А. Жученко, энергию, затраченную на транспирацию и нагрев, следует считать "работающей" на урожай, поскольку эти два взаимосвязанных процесса обеспечивают необходимый водный и температурный режим при фотосинтезе. Практически же вклад солнечной энергии в формирование урожая еще выше потому, что она необходима для нагрева почвы до начала вегетационного периода, а также для активной деятельности живых организмов в почве и т.д.

Задача повышения эффективного использования сельскохозяйственной техники, нефтепродуктов, электроэнергии, удобрений и других средств требует тщательного учета энергии на воспроизводстве единицы сельскохозяйственной продукции.

Оценка систем земледелия и ее составляющих в недалеком прошлом базировалась в основном только на экономических показателях (себестоимость продукции, чистый доход, рентабельность производства и др.). За последние 15-20 лет широкое распространение получила энергетическая оценка эффективности возделывания сельскохозяйственных культур, Ко-

торая заключается в соотношении количества накопленной энергии растительным сообществом с затратами антропогенной.

Затраты антропогенной энергии – важнейший фактор увеличения производительности в земледелии, требующий значительных расходов не возобновляемого органического топлива, при одновременном увеличении энергетической цены сельскохозяйственной продукции.

В земледелии экономия затрат совокупной энергии на единицу продукции достигается за счет внедрения ресурсосберегающих технологий возделывания сельскохозяйственных культур. Поэтому возникла необходимость анализа биоэнергетической эффективности севооборотов, технологий и отдельных технологических приемов на этапе их разработки, чтобы предложить производству наиболее энерго- и ресурсосберегающие варианты. Энергетический подход предоставляет возможность количественно определить энергетическую оценку сельскохозяйственной продукции. Он дает возможность количественно определить энергетические затраты и степень их окупаемости при производстве продуктов растениеводства, сравнить агро- фитоценозы по расходу затраченной энергии на единицу общей и товарной продукции при различных системах земледелия, севооборотах и технологиях возделывания сельскохозяйственных культур.

Этот показатель дополняет экономическую оценку (затраты труда, себестоимость продукции, прибыль, рентабельность и т.д.).

Цель и принципы методики

Значимость энергетической оценки возникает из диспропорции между энергопотреблением и энергопроизводством, т.е. это определение степени окупаемости энергетических затрат энергией, накопленной в урожае. Поэтому необходимо определить затраты совокупной энергии (Q) на 1 га по следующим статьям расхода:

- Q_1 – машины и оборудование (без авиации);
- Q_2 – авиация;
- Q_3 – живой труд;
- Q_4 – семена;
- Q_5 – горюче-смазочные материалы (топливо);
- Q_6 – электроэнергия;
- Q_7 – удобрения;
- Q_8 – пестициды;
- Q_9 – живая тяговая сила;

Q_{10} – конный, ручной инвентарь.

Аккумуляированная продукцией солнечная энергия учитывается в целом или в определенной части: зерно, солома, зеленая масса и т.д.

Биоэнергетическая оценка эффективности технологии включает анализ структуры затрат совокупной энергии на I га и I ц продукции. При этом используются показатели: затраты совокупной энергии на I га; выход продукции с I га в натуральном исчислении; энергоемкость производства единицы потребительской стоимости; энергетический коэффициент; приращение валовой энергии на I га. Количество энергии исчисляется в джоулях (Дж).

Единицы измерения энергии: Дж = 0,2388 кал., мегаджоуль (МДж) = Дж. • 10^6 = 238,846 ккал, гигаджоуль = Дж • 10^9 .

Занятие 1. РАСЧЕТ ЗАТРАТ СОВОКУПНОЙ ЭНЕРГИИ НА 1 ГА ПОСЕВА

Задание 1. Рассчитать затраты совокупной энергии, затраченной на производство а) яровой пшеницы и б) ячменя в технологии возделывания культур, принятой в северной лесостепи Западной Сибири.

Для выполнения получения исходной информации используйте технологическую карту, рассчитанную на занятиях по дисциплине «Организация труда».

Для расчета используйте энергетические эквиваленты, которые приведены в приложениях 1-5. Они, согласно специфике расчета, условно разделены на 4 группы: эквиваленты на основные, оборотные средства производства, конный и ручной инвентарь и трудовые ресурсы.

1. Вначале определите затраты совокупной энергии, переносимой на продукцию машинами и оборудованием Q_1 и, если есть необходимость, то рассчитайте Q_2 .

Q_1 определяются путем их суммирования по статьям расхода:

$$Q_1 = \sum t_z * i_z, \quad (1)$$

где z – индекс вида технического средства
 t_z – время работы;
 i_z – энергетический эквивалент I ч эксплуатационного времени, МДж/ч.

Энергетические эквиваленты приведены в приложении 1. На средства производство, не охваченные приложением,

энергетические эквиваленты можно рассчитать по формуле 2 с применением нормативов, приведенных в приложениях 5 и 7.

$$i_z = m_z \cdot i_{o_z}, \quad (2)$$

где M – масса одной машины, орудия, кг ;

i_{Q_z} – энергетический эквивалент для данного вида технического средства, МДж/кг*ч.

Затраты совокупной энергии на машины и оборудование рассчитываются с учетом времени их использования по периодам работ и в целом по возделыванию сельскохозяйственной культуры (табл.1).

Таблица 1. Расчет затрат совокупной энергии, переносимой сельскохозяйственной техникой на 1 га посева (Q_1)

№ позиции	Агрегат		Время работы машины, ч/га	Норматив энергетических затрат на 1 ч, МДж	Затраты совокупной энергии на 1 га, МДж (гр. 3x4x5)
	Марка машины	количество			
1	2	3	4	5	6
1	ДТ-75	1	0,534	148,4	79,24
2	КПШ-5	1	-	59,5	31,77
3	К-700	1	0,192	286,7	55,05
1	2	3	4	5	6
4	КПС-4	3	-//-	49,4	28,45
5	БЗСС	12	-//-	3,6	8,29
6	СП-11	1	-//-	73,2	14,05

Затраты совокупной энергии на авиацию исчисляются по формуле 3 и приведены в таблице 2,

$$Q_2 = t_2 \cdot 3500 \text{ МДж}, \quad (3)$$

где t_2 – расход на 1 га/ч средства авиации.

Затраты совокупной энергии на живой труд определяются с учетом затраченного на 1 га времени основными категориями работников (табл. 3) по формуле:

$$Q_3 = \sum t_3 \cdot i_3, \quad (4)$$

где t_3 – расход на 1 га/ч труда различных категорий работников (берутся из технологической карты);

t_3 – энергетический эквивалент 1 ч/га соответствующей категории работников (см. прил. 4).

Таблица 2. Расчет затрат совокупной энергии, связанных с применением авиации, на 1 га посева

№ п/п	Работы	Марка самолета	Норма выработки за смену, га	Время работы, ч/га	Энергетический эквивалент, МДж	Затраты совокупной энергии на 1 га, МДж (гр. 5х6)
1	2	3	4	5	6	7

2. Рассчитайте долю затрат совокупной энергии, приходящуюся на ремонтных и инженерно-технических работников. Энергетические эквиваленты на 1 час их работы приведены в приложении 4. Пример расчета затрат энергии на живой труд приводится в таблице 3.

Таблица 3. Расчет затрат совокупной энергии на живой труд на 1 га посева

№ п/п	Категория работников	Время работы на 1 га, ч	Эквиваленты энергетических затрат, МДж	Затраты совокупной энергии на 1 га, МДж (гр. 3х4)
1.	Трактористы, комбайнеры	6,977	60,8	425,42
2.	Шоферы	1,335	60,3	80,50
3.	Операторы	0,326	61,2	19,95
4.	Рабочие	1,325	33,3	44,12
	Итого	X	X	569,99

3. Далее нужно рассчитать затраты совокупной энергии, связанные с применением семян, удобрений, горюче-смазочных материалов, электроэнергии и пестицидов. Они рассчитываются путем умножения количества израсходованного на 1 га данного вида ресурса на его энергетический эквивалент (см. прил. 2).

Расчет ведется по формулам:

$$\text{семена} - Q_4 = M_4 \cdot i_4 \quad (5);$$

$$\text{топливо} - Q_5 = M_5 \cdot i_5 \quad (6);$$

$$\text{электроэнергия} - Q_6 = M_6 \cdot i_6 \quad (7);$$

$$\text{удобрения} - Q_7 = M_7 \cdot i_5 \quad (8);$$

$$\text{пестициды} - Q_8 = M_8 \cdot i_5 \quad (9);$$

где $M_4 \dots M_8$ – расход на 1 га соответствующего ресурса;

$i_4 \dots i_8$ – энергетический эквивалент соответствующего материала.

Для удобства расчета приводится форма (табл. 4). Данные для графы 4 таблицы 4 берутся из технологической карты, а для графы 5 из приложения 2.

Таблица 4. Расчет затрат совокупной энергии на семена, топливо, электроэнергию, удобрения и пестициды

№ п/п	Вид ресурса	Единица измерения	Расход на 1 га	Энергетический эквивалент МДж	Расход совокупной энергии на 1 га, МДж (гр.4х5)
1.	Семена пшеницы (14% влаги)	кг			
	Топливо дизельное	кг			
2.	Бензин	кг			
3.	Электроэнергия	кВт/ч			
4.	Нитроаммофос	кг			
5.	Гербицид диа-	кг			
6.	лен				
	ТМТД	кг д.в.			
7.	Тилт.	кг д.в.			
8.	Итого	Х			

4. При необходимости проводится расчет затрат совокупной энергии на живую тягловую силу (Q_9) по форме, представленной в таблице 5, конного и ручного инвентаря (Q_{10}) – по форме (табл. 6).

Таблица 5. Расчет затрат совокупной энергии, связанной с использованием живого тягла

№ п/п	Вид живого тягла	Масса, кг	Время работы на 1 га, ч	Энергетический эквивалент, МДж	Затраты совокупной энергии на 1 га, МДж (гр. 3х4х5)
1	2	3	4	5	6

Энергетический эквивалент на живую тягловую силу определяется из приложения 5, а на конный и ручной инвентарь из приложения 3.

Таблица 6. Расчет затрат совокупной энергии на конный и ручной инвентарь

№ п / п	Конно норуч ные рабо- ты	Кон- ный и ручн. инвен- тарь (мар- ка)	Количе- ство, шт.	Масса еди- ницы, кг	Об- щая масса, кг	Норма выра- ботки, ч	Вре- мя рабо- ты, га/ч	Энерге- тический эквива- лент	Затраты совокуп- ной Е на 1 га, МДж (гр. 6х8х9)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

5. Исходной информацией для анализа затрат совокупной энергии на 1 га посева служат результаты расчетов с учетом использованных ресурсов (см. табл. 1-6) и сводные данные (табл. 7).

Они рассчитываются по формуле

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6 + Q_7 + Q_8 + \dots (10)$$

Таблица 7. Структура затрат совокупной энергии на 1 га посева яровой пшеницы

№ п/п	Обозначение	Статья затрат совокупной энергии	Расход энергии, МДж	Удель- ный вес, %
1	Q1	Машины и оборудование		
2	Q2	Авиация		
3	Q3	Живой труд, всего		
4		В том числе механизаторов		
5	Q4	Семена		
6	Q5	Топливо		
7	Q6	Электроэнергия		
8	Q7	Удобрения, всего		
9		В том числе минеральные		
10	Q8	Пестициды, всего		
11		В том числе гербициды		
12	Q9	Живая тягловая сила		
13	Q10	Конный и ручной инвентарь		
		И т о г о		100,0

Таблица 8. Структура эксплуатационных затрат совокупной энергии на 1 га посева яровой пшеницы

№ п/п	Период и цикл работ	Затраты совокупной энергии	
		МДж/га	%
1.	Основная уборка почвы и внесение удобрений		
	В том числе внесение удобрений		
2.	Предпосевная обработка почвы		
3.	Посев и уход за посевами		
	В том числе внесение пестицидов		
4.	Уборка и транспортировка урожая без соломы		
5.	Другие работы (сортировка, сушка и т.д.)		
	Итого		100,0

Занятие 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ ПОСЕВОВ

Продуктивность гектара посева сельскохозяйственной культуры (фактической или нормативной) определяется по выходу основной продукции (семена, зерно, зеленая масса и т.д.) и побочной продукции (солома, стержни початков, стебли и т.д.).

Учитывается убираемая часть урожая в физической массе при стандартной влажности, в сухом веществе, в кормовых и кормопротеиновых единицах, в энергетических единицах (валовой энергии, а при необходимости и обменной).

Таблица 9. Продуктивность яровой пшеницы в северной лесостепи

№ п/п	Вид продукции	Выход с 1 га, кг (при стандартной влажности)	Энергетический эквивалент, МДж/кг	Содержание валовой энергии в продукции с 1 га, МДж
1	2	3	4	5
	Зерно		16,31	
	Солома		14,40	
	Итого	X	X	

Общее содержание валовой энергии в продукции, полученной с 1 га, определяется по формуле

$$Q_{\text{вал.}} = F_{\text{с}} \cdot a \cdot i_{\text{с}},$$

где $F_{\text{с}}$ – выход продукции с 1 га, кг;

a – коэффициент содержания сухого вещества в продукции;

$i_{\text{с}}$ – содержание валовой энергии в 1 кг сухого вещества данной продукции.

При наличии эквивалента энергетического содержания, рассчитанного на стандартную влажность (см. прил. 2.3), вышеуказанная формула (II) приобретает другой вид:

$$Q_{\text{вал.}} = F_{\text{с}} \cdot i_{\text{к}}$$

где $i_{\text{к}}$ – содержание валовой энергии в 1 кг продукции при стандартной влажности.

Энергетические эквиваленты, не охваченные приложением 2.3 и 2.3.1, исчисляются по формуле (13), предложенной А.П. Дмитроченко с соавторами исходя из химического анализа культурных растений:

$$Q_{\text{к}} = 0.0238\Pi + 0,0397\text{Ж} + 0,0188\text{К} + 0.0175\text{БЭВ}, \quad (13)$$

где Π – протеин;

Ж – жир;

К – клетчатка;

БЭВ – безазотистые экстрактивные вещества на 1 кг сухой массы, г;

$Q_{\text{к}}$ – валовая энергия 1 кг сухого вещества корма, МДж.

Обобщающими показателями биоэнергетической эффективности технологий являются энергетический коэффициент (q) и приращение энергии (ΔQ) на 1 га посева, рассчитанные по формулам (14) и (15):

$$q = Q_{\text{вал.}} / Q$$

где $Q_{\text{вал.}}$ – общее содержание валовой энергии в продукции с 1 га, МДж;

Q – совокупная энергия, затраченная на получение продукции с 1 га, МДж.

В соответствии с целевым назначением посева и направлением анализа методика биоэнергетической оценки технологий конкретизируется.

С учетом выхода продукции с 1 га в натуральном и энергетическом исчислении, а также затрат совокупной энергии определяется биоэнергетическая эффективность технологии возделывания яровой пшеницы (табл. 10).

Таблица 10. Биоэнергетическая эффективность производства зерна пшеницы.

№ п/п	Показатели	Яровая пшеница
1	Затраты совокупной энергии, МДж/га	
2	Урожайность зерна, ц/га	
3	Энергоемкость 1 ц зерна, МДж	
4	Выход валовой энергии в урожае, МДж/га	
5	Энергетический коэффициент	
6	Приращение валовой энергии, МДж/га	

Занятие 3. БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СЕВООБОРОТОВ

Севообороты оцениваются по большому числу показателей, которые позволяют выделить звенья или схемы, наиболее выгодные для конкретных условий ведения хозяйства:

- 1) выход основной и побочной продукции с I га посева;
- 2) выход зерна и кормопротеиновых единиц с I га пашни;
- 3) затраты совокупной энергии на I га пашни;
- 4) выход валовой энергии с I га пашни;
- 5) энергетический коэффициент;
- 6) приращение валовой энергии с I га пашни.

Урожайность сельскохозяйственных культур, возделываемых в севообороте, не только характеризует звено или схему севооборота со стороны агротехнического фона, но и служит основой для биоэнергетической оценки. Данные по урожайности берутся из результатов опыта или фактических материалов; полученных в хозяйстве по каждой культуре и предшественнику в отдельности (табл. II).

Выход кормопротеиновых единиц КПЕ с I га посева рассчитывается по формуле:

$$\text{КПЕ} = \text{У}(\text{К} + \text{ИОП}) / 2$$

где У – урожайность, ц/га;

К – выход кормовых единиц;

П – выход протеина с I га посева.

В свою очередь кормовые единицы и протеин берутся из результатов химического состава и питательности сельскохозяй-

ственных растений, на основании анализов или справочной литературы.

Урожайность зерна (Y_3) получается от деления суммы урожаев зерновых ($Y_1 + Y_2 + Y_3 \dots$) на количество полей (Пк), занятых культурами по формуле (17):

$$Y_3 = Y_1 + Y_2 + Y_3 + \dots + Y_n$$

Выход зерна (B_3) и кормопротеиновых единиц ($B_{кп}$) рассчитывается по формулам;

$$B_3 = Y_1 + Y_2 + Y_3 + \dots / п$$

Таблица 11

Биоэнергетическая оценка севооборотов

№ п/п	Показатели	Поля севооборота					На 1 га пашни
		Пар чистый	Яровая пшеница	Горох	Ячмень	Яровая пшеница	
1	Урожайность с 1 га посева, ц	X	26,0	17,0	22,0	20,0	X
2	Выход зерна, ц	X	X	X	X	X	X
3	Выход кормопротеиновых единиц (КПЕ) с 1 га, ц	X	41,9	32,0	26,0	26,0	
4	Затраты совокупной энергии на 1 га, МДж						
5	Выход валовой энергии в урожае с учетом побочной продукции с 1 га, МДж						
6	Энергетический коэффициент.						
7	Приращение валовой энергии с 1 га, МДж						

*Затраты энергии на возделывание парового поля отнесены на первую пшеницу по пару.

Таблица 12

Сравнительная оценка севооборотов

№ п/п	Показатели	Четырехпольные севообороты		Бессменная пшеница
		Зернопаровой	Плодосемянный	
1	Урожайность зерновых, ц/га	22,3	17,1	11,6
2	Выход на 1 га пашни, ц зерна КПЕ			
3	Затраты совокуп- ной энергии, МДж/г			
4	Выход валовой энергии с учетом побочной про- дукции, МДж/га			
5	Энергетический коэффициент			
6	Приращение ва- ловой энергии, МДж/га			

$$B_{\text{КП}} = \text{КП}_1 + \text{КП}_2 + \text{КП}_3 + \dots / \Pi$$

где Π – количество полей в севообороте.

Расчет энергетических показателей ведется на основании вышеизложенного материала отдельно по каждому полю севооборота и в целом на 1 га пашни (севооборотной площади) и приведен в табл. II

Сравнительная оценка зернопарового (пар - пшеница - пшеница - ячмень) и плодосменного (однолетние травы - пшеница - кукуруза - пшеница) севооборотов показала, что выход и приращение валовой энергии больше в зернопаровом, а затраты совокупной энергии - в плодосменном севообороте (табл. 12).

Сделать вывод по биоэнергетической оценке о преимуществе вида севооборота: 4-польного зернопарового севооборота, плодосменного или бессменной пшеницы.

Приложения к занятиям 1-3

Приложение 1. Энергетические эквиваленты на 1 ч эксплуатационного времени машин и оборудования

№ п/п	Марка	Масса, кг	Энергетический эквивалент, МДж/га
Тракторы			
1.	TV-130	14320	348,0
2.	T-130Б	13945	338,9
3.	T-150	6975	169,5
4.	T-74	5380	130,7
5.	ДТ-75Б	7160	174,0
6.	ДТ-75	6110	148,4
7.	T-70С	4250	103,3
8.	T-54В	3660	88,9
9.	К-700А	11300	286,7
10.	К-701	12500	303,8
11.	T-150К	7535	183,1
12.	МТЗ-80	3160	76,8
13.	МГЗ-82	3370	81,9
14.	ЮМЗ-6Л	3095	75,2
15.	МТЗ-50	2750	66,8
16.	МТЗ-52	2950	71,7
17.	T-40А	2660	64,6
18.	T-25А	1765	42,9
Автомашины			
19.	АЗ-52-03	2815	40,2
20.	ГАЗ-53А	3250	46,5
21.	ЗИЛ-130	4300	61,5
22.	КаМАЗ-5320	7080	101,2
23.	ГАЗ-САМ-53Б	3750	53,6
24.	ЗИЛ-ММЗ-554М	5040	72,1
25.	ГАЗ-53Б	3750	53,6
26.	КРАЗ-25781	10285	147,1
27.	КРАЗ-25481	11000	157,3
Автоцистерны			
28.	АВЦ-1,7	4100	58,6
29.	АВВ-2М	2900	41,5
30.	АЦПТ-2,3-130	4826	69,0
31.	АЦА-3,85-53А	3775	54,0
32.	АЦ-4,2-53А	3750	53,6
33.	АЦ-4,2-130	4700	67,2

Автоприцепы и полуприцепы			
34.	ГКБ-817	2540	66,8
35.	ГКБ-819	3050	80,2
36.	ГКБ-8350	3500	92,0
37.	ОдАЗ-794	3000	78,9
38.	ОдАЗ-885	2850	75,0
Плуги и лушильники			
39.	ППК-9-35	2800	108,8
40.	ПЧЯ-2-35	2780	100,1
41.	ПН-8-35	1970	70,9
42.	ПЛП-6-35	1230	44,3
43.	ПНЯ-4-40	1285	46,3
44.	ПЛН-5-35	800	28,8
45.	ПН-4-35	630	22,7
46.	ПН-3-35	445	16,0
47.	ПЧЯ-3-35	3170	114,1
48.	ППЛ-10-25	1214	97,1
49.	ПЛ-5-25	580	46,4
50.	ЛД-20	5500	440,0
51.	ЛДГ-15	3765	301,2
52.	ЛДГ-10	2450	196,0
53.	ЛДГ-5	1040	83,2
Бороны дисковые			
54.	БД-10	3700	296,0
55.	БДТ-7	3500	280,0
56.	БДСТ-2,5	1080	86,4
57.	БДС-3,5	889	71,1
58.	БДН-3	698	55,8
59.	БДТ-3	720	57,6
60.	ЕДН1,3А	402	32,2
Зубовые игольчатые бороны			
61.	ЗТС-1,2	42	4,3
62.	БЗСС-1,0	35	3,6
63.	ЗБНТУ-1,	44	80,8
64.	БИГ-3	1100	112,2
Катки			
65.	ЗККШ-6	1835	187,2
66.	КБН-3,0	485	49,5
67.	ЗККН-2,8	670	68,3
68.	ЗКВГ-1,4	880	89,6
Культиваторы и плоскорезы для сплошной обработки почвы			

69.	КПГ-4 (прицепной)	781	39,8
70.	КПГ-4Г (навесной)	815	41,6
71.	КПС-4 (навесной)	724	36,9
72.	КПС-4 (прицепной)	969	49,4
73.	КПУ-400	890	32,0
74.	КПЭ-3,8	1153	58,8
75.	КПП-2,2	540	27,5
76.	КПШ-9	2100	107,1
77.	КПГ-250	495	17,8
78.	КПШ-5	1160	59,5
79.	КПГ-2-150	860	31,0
80.	РВК-3	1490	140,1
81.	ЧКУ-4	1705	61,4
82.	КФГ-3,6	1600	150,4
83.	АКП-2,5	2005	188,5
84.	КШ-3,6М	448	22,8
Культиваторы пропашные			
85.	КАПП-8,8 (Коиби-8,8)	2500	127,5
86.	КРН-8,4	2203	112,4
87.	КФ-5,4	1100	56,1
88.	КРН-4,2Г	975	49,7
89.	ФПУ-4,2	940	47,9
90.	КВП-6,3	920	46,9
91.	КРН-5,6	896	45,7
92.	КРН-4,2	871	44,4
Машины для внесения удобрений			
а)минеральных			
93.	РУМ-5	2100	149,1
94.	ГРМГ-4	1460	103,7
95.	РТТ-4,2	890	63,1
96.	РМС-6	335	23,8
97.	КСА-3	830	58,9
98.	АРУП-6	7900	560,9
99.	АИР-20 с эл. двиг.	2255	220,3
100.	СЗУ-20 с эл. двиг.	2570	223,1
101.	ИСУ-4 с эл. двиг.	340	24,1
б)органических			
102.	ПРТ-10	5100	295,8
103.	ПРТ-16	6000	348,0
104.	КСО-9	5090	295,2
105.	1-ПТУ-4	1400	81,2
106.	РТО-4	2750	159,5

107.	РПН-4	2146	124,5
108.	РУН-15Б	2146	124,5
	в)жидких и гербицидов		
109.	ПОУ	600	147,6
110.	ОПШ-15	900	221,4
111.	РЖУ-3,6	3960	126,7
112.	ВР-3М	1400	44,8
113.	ЗУ-3,6	1550	49,6
114.	АЦА-3, 85-53А	3775	54,0
115.	АБА-0,5	1147	36,7
116.	ОВТ-1А	910	223,9
117.	АПР «Темп»	1485	47,5
118.	СЭС-10	210	6,8
119.	ПСШ-3	122	3,9
120.	ПС-10	1034	33,1
121.	СТК-5	430	90,0
122.	ЗЖВ-1,8	770	24,6
Универсальные погрузочные средства			
123.	ПБ-35	1250	60,0
124.	ПФ-0,75	1050	50,4
125.	ПФ-0,5	990	47,5
126.	ЗУН-1,5	860	41,3
127.	ПЭ-0,85	1960	94,1
128.	ПГ-0,2	1275	61,2
129.	ЗСА-40	1180	54,3
130.	АС-2УМ	880	40,5
131.	ПКС-80	540	113,9
132.	ЗПС-60	940	198,3
Универсальные тракторные прицепы			
133.	1ПТС-2М	735	19,3
134.	2ПТС-4М-785А	1530	40,2
135.	2ПТС-4-887А	1735	45,6
136.	2НТС-6	1880	49,4
137.	ММЗ-771	4850	127,6
138.	ММЗ-768Б	5650	148,6
Сеялки			
139.	СПЧ-6М	730	78,1
140.	СЗ-3,6	1400	149,8
141.	СЗУ-3,6	1720	184,0
142.	СЗП-3,6	1765	188,9
143.	СЭС-2,1	1250	133,8
144.	СЭС-2,1М	1120	119,8

145.	СУПН-8	1345	143,9
146.	СБК-4	890	95,2
Комбайны зерноуборочные			
147.	СК-6	8245	1245,0
148.	СК-5	7500	1132,0
149.	СК-4	6120	924,1
Машины для доработки зерна			
150.	Мобитокс «Супер»	1493	313,5
151.	КЗС-20Ш	39800	2350
152.	МК-4,5	210	31,1
153.	ЗАВ-40	22320	3307,8
Машины для уборки соломы и сена			
154.	ВТУ-10	344	37,5
155.	КУН-10	1125	199,1
156.	ТПС-6	5300	938,1
157.	СПМ-200	5000	885,
158.	ФН-1,2	938	166
Зерно- и силосные комбайны			
159.	КСКУ-6 (Херсонец-200)	13310	1650,4
160.	КОП-1,4 (Херсонец-7)	3770	467,5
161.	ППК-4	2688	567,2
162.	КС-2,6	3050	378,2
163.	КСС-2,6	3800	471,2
164.	КС-1,8	2400	297,6
165.	КСК-100	12300	1525,2
Сцепки			
166.	СП-16	1762	141,0
167.	СГ-21	1800	144,0
168.	СП-11	915	73,2
169.	С-18У	1120	89,6
170.	С-11У	700	56,0
Дождевальные машины, планировщики, машины для нарезки и заравнивания оросителей			
171.	ДДА-100МА	4240	178,1
172.	ДФ-130 «Днепр»	700	29,4
173.	ДН-454-100 «Фрегат»	15000	630,0
174.	ДДН-100	800	33,6
175.	ДДН-70	700	29,4
176.	ПА-3	1735	179,0
177.	ВН-8	1525	155,6
178.	ВПН-5,6	807	82,3
179.	КЗУ-0,3	600	21,6
180.	МК-10	1700	61,2

181.	МК-12	680	24,5
182.	ПР-0,5	800	28,8
Орудия для разравнивания и трамбовки силосной массы			
183.	Д-606	870	88,7
184.	БН-100	340	34,7
Орудия для снегозадержания			
185.	СВУ-2,6	690	70,4
186.	УВС-12	2500	255,0
187.	УВС-14	2800	285,6
188.	УЗСА-40	1180	16,9
189.	Электродвигатель	20	4,2
190.	К ЗАВ-40 эл.двиг.	221,5	46,7
191.	ЖНС-6-12 (жатка)	1550	327,0
192.	СНТ-75	465	43,7

Приложение 2

Энергетические эквиваленты на оборотные средства производства

2.1 Топливо

Наименование	Энергетический эквивалент 1 кг, МДж
Уголь	32,7
Солома кукурузная	16,9
Стебли хлопчатника, подсолнечника, лузга	25,0
Природный газ	49,5
Жидкое топливо:	
дизельное	52,8
бензин	54,5
Электроэнергия	12,0 МДж/кВт.ч

2.2 Удобрения, гербициды, ядохимикаты

Удобрения, гербициды	Содержание действующего вещества, %	Энергетический эквивалент, МДж	
		1 кг д.в.	1 кг физической массы
1	2	3	4
2.2.1. Минеральные удобрения			
<u>Азотные</u>	X	86,8	X
Сульфат аммония	20,5		17,9
Аммиачная селитра	34,5		29,95

Натриевая селитра	16,0		13,89
Кальциевая селитра	17,0		14,76
Карбамид (мочевина)	46,0		39,93
Хлористый аммоний	26,0		22,57
Сульфат аммония	14,0		12,15
натрия			
Аммиачная вода	20,5		17,79
Аммиак жидкий	82,0		71,18
Углеаммиакаты жидкие	29,0		25,17
<u>Фосфорные</u>	X	12,6	X
Суперфосфат простой	19,5		2,46
гранулированный			
Суперфосфат двойной	46,0		5,80
Фосфат-шлак	10,0		1,26
Фосфоритная мука	19,0		2,39
Калийные	X	51,5	X
Хлористый калий	60,0		4,98
Калийная соль	40,0		3,32
Сульфат калия	48,0		3,98
Концентрат калийно-магниевый	19,0		1,58
Сложные	X		X
Нитрофоска	N-12		18,54
	P-12		
	K-12		
Нитрофоска	N-16		24,72
	P-16		
	K-16		
Нитрофос	N-24		19,57
	P14		
Аммофос из апатита	N11		30,90
	P49		
Диаммофос	N-19		34,50
	P-48		
Нитроаммофоска	N-14		21,63
	P-14		
	K-14	44,2	
Нитроаммофос	N-23	32,4	23,69

Жидкие фосфорные удобрения	P-23 N-10 P-34	30,0	22,66
Рапс	24,55		14,4
Соя	18,01		14,8
Гречиха	16,64		14,6

2.3.1. Сельскохозяйственная продукция

№ п/п	Наименование	На 1 кг сухого вещества продукции, МДж	
		основной	побочной
1.	Пшеница яровая	18,78	17,22
2.	Пшеница яровая	18,96	17,34
3.	Озимая рожь	19,15	17,46
4.	Ячмень	18,49	17,23
5.	Овес	18,46	16,99
6.	Горох	19,01	17,59
7.	Рапс яровой	28,20	17,35
8.	Сурепица яровая	27,01	17,11
9.	Просо	19,36	17,71
10.	Соя	20,93	17,89
11.	Однолетние травы:		
	Озимая рожь	17,57	
	Горохоовсяная смесь	17,75	
	Яровой рапс	17,78	
	Редька масличная	17,59	
	Суданка	17,48	
	Сорго	17,71	
	Могар	17,44	
	Чумиза	17,61	
12.	Подсолнечник	16,96	
13.	Кукуруза (начало образования початков)	17,72	
	Кукуруза (молочно-восковая спелость)	18,11	
14.	Многолетние травы:		
	Донник	17,91	

	Люцерна	17,82	
	Кострец безостый	17,80	
15.	Кормовая свекла	17,09	15,33
16.	Сахарная свекла	17,39	15,60
17.	Картофель	17,57	15,60

Приложение 3

Энергетические эквиваленты на конный и ручной инвентарь

№ п/п	Инвентарь	Энергетический эквивалент, МДж/ч на 1 кг массы
1.	Сеялка конная	0,038
2.	Плуги, окучники конные	0,024
3.	Косилки, жатки конные	0,030
4.	Ворона конная	0,045
5.	Телеги	0,010
6.	Грабли, волокуши, прессы конные	0,036
7.	Лопаты, вилы, грабли, косы и т.д.	0,012

Приложение 4

Энергетические эквиваленты на трудовые ресурсы (с учетом затрат труда ремонтных рабочих и инженерно-технических работников)

Профессия	Энергетический эквивалент, МДж/чел.-ч
Трактористы-машинисты и комбайнеры	60,8
Шоферы	60,3
Электромонтеры, операторы	61,2
Полевые рабочие и др. (ручной труд)	33,3

Приложение 5

Энергетические эквиваленты на основные средства производства

Основные средства	Энергетический эквивалент, МДж/ч на 1 кг массы
Сельскохозяйственные машины, оборудование, инвентарь	
Тракторы и самоходные шасси	0,0243
Автомобили грузовые	0,0143
Прицепы и полуприцепы	0,0263
Погрузочные средства на базе трак-	0,048

торов	
Погрузочные средства на базе автомобилей	0,046
Погрузочные средства (с электродвигателями)	0,211
Плуги и глубокорыхлители – плоскорезы, машины для нарезки борозд	0,036
Лушпильники и дисковые бороны, сцепки	0,080
Орудия для поверхностного рыхления и прикатывания почвы, снегопашки	0,102
Культиваторы для сплошной и междурядной обработки почвы	0,051
Машины для внесения минеральных удобрений на базе тракторов, измельчители удобрений	0,071
Машины для внесения твердых органических удобрений	0,058
Машины для внесения жидких удобрений	0,032
Опрыскиватели тракторные	0,246
Опыливатели тракторные	0,210
Опрыскиватели, опыливатели ручные	0,054
Сеялки всех типов	0,107
Комбинированные машины	0,094
Жатки валковые, подборщики	0,211
Комбайны зерновые	0,151
Комбайны кукурузо- и силосоуборочные	0,124
Зерноочистительные и сушильные агрегаты	0,148
Машины для уборки соломы	0,120
Косилки-плющилки, скирдоукладчики, скидрезы	0,094
Грабли, волокуши	0,109
Подборщики сена, соломы, силосовозы, копновозы	0,177

Машины и оборудование для досу- шивания сена	0,143
Машины для уборки льна, конопли и кенафе	0,260
Хлопкоуборочные машины	0,138
Комбайны свеклоуборочные	0,098
Свеклопогрузочные и ботвоубороч- ные машины	0,109
Кукурузоуборочные машины	0,200
Картофелесажалки, картофелекопа- тели, картофелесортировка и транс- портеры-подборщики	0,194
Комбайны картофелеуборочные	0,158
Рассадопосадочные машины	0,119
Машины для возделывания и уборки табака (махорки) и чайных насажде- ний	0,112
Дождевальные установки самопере- движные	0,033
Дождевальные установки даль- неструйные	0,042
Насосные станции	0,038
Электротехническое оборудование, электродвигатели	0,211
Тягловый скот	0,020
Сельскохозяйственная авиация	МДж/ч на машину 3500 (с учетом жидкого топлива)

Приложение 6

Технологическая карта возделывания яровой пшеницы

Предшественник – пшеница по пару

Выход, ц/га: зерна – 20

 соломы – 50

Внесено, кг/га: нитроаммофоса – 120

ТМТД – 0,6

диалена – 2,25

Тилта – 0,5

№ п/п	Технологическая операция	Трактор, машина, сцепка и др.	Объем работы	Сменная норма выработки, га	Время работы агрегата на 1 га, ч	Затраты живого труда на 1 га, чел.-ч				Расход	
						Тракторист	Шофер	Оператор	Рабочий	Горючего	Электроэнергии, кВт/ч
1	Обработка зяби	ДТ-75 КПШ-5	1	13,1	0,534	0,534				8,7	
8	Культивация	К-700 ЗКПС-4 12БЗС С-1 СП-11	1	36,0	0,192	0,192				2,2	
10	Посев	ДТ-75 ЗСЗС-3,6 СП-11	1	30,5	0,227	0,277				2,4	

Занятие 4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАГРУЗКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ НА ПАСТБИЩА

Цель: научиться оптимизировать численность выпасаемого скота относительно предельной емкости пастбища.

Основопологающими законами сохранения растительности пастбищ являются понятия оптимальной нагрузки скота, а также коэффициента полноты использования растительности. Нагрузка обуславливает не только величину урожая, ботанический состав и качество травостоя пастбищ сегодня, но и состояние их на будущее. В зависимости от величины своей предельной емкости (производительной способности травостоя), та или иная территория может обеспечить кормом лишь известное количество скота, точно соразмерное с кормовыми ресурсами. Едва только численность выпасаемого скота превысит предельную емкость пастбища, деградация становится неизбежной, а во многих случаях необратимой. Отсюда, миллион гектаров пастбищ степной и пустынной зон, где растительность выбита и почвы подвержены эрозии. Поэтому соблюдение величины оптимальной нагрузки скота на пастбищах влияет на эффективность производства гораздо сильнее, чем любой иной поддающийся контролю фактор.

Приемлемая для пастбищ нагрузка скота — величина переменная и за-

висит, в первую очередь, от климатических факторов. Поэтому нагрузка скота должна меняться соразмерно производительной способности травостоя в зависимости от конкретных условий года.

$$H = \frac{Y}{K \times D}, \text{ где}$$

H - нагрузка на 1 га (голов);

Y - урожайность зеленого корма в соответствующий период, кг/га;

K - количество потребленного пастбищного зеленого корма на 1 голову в сутки, кг;

D - продолжительность периода использования пастбища, дней.

Например, нужно рассчитать нагрузку в весенний период на полынно-эфемеровых пастбищах, если потребность 1 овцы в пастбищном корме - 7 кг при натуральной влажности, а продолжительность использования участка 50 дней при средней урожайности 700 кг/га зеленого корма.

$$H = \frac{700}{7 \times 50} = 2 \text{ головы овец}$$

То есть, на 50 дней пастбы на пастбищах с урожайностью зеленой массы 700 кг/га потребуется 1 га для содержания 2-х голов овец.

В настоящее время одним из основных приоритетных направлений в решении обеспечения экологической безопасности, рационального и эффективного использования естественных кормовых угодий страны, является определение максимально допустимых норм нагрузки сельскохозяйственных животных на доминирующих типах пастбищ.

Учитывая состояние восстановленных и деградированных пастбищ, а также всего комплекса травостоя (типа) пастбищ по природно-климатическим зонам и с учетом аридных областей разработаны научно-обоснованные предельно-допустимые нормы нагрузки сельскохозяйственных животных на них, которые приводятся в таблице 13.

Задание 1. Студент должен определить область, подзону и тип пастбищ и заполнить таблицу 14. Из предложенного материала выбираются экологически допустимая нагрузка скота для соответствующей территории как эталон для сравнения.

Площадь пастбищ вокруг места концентрации скота может определяться в виде площади круга по формуле $S = \pi R^2$. Например: нужно рассчитать нагрузку скота вокруг населенного пункта в радиусе 5 км. В этом случае: $S = 3,14 \times 25 \text{ км}^2 = 7850 \text{ га}$. Коэффициенты перевода в условно-взрослых овец, КРС и лошадей показаны в демонстрационном материале

преподавателя «Использование пастбищных ресурсов».

После заполнения таблицы 14 сделать вывод по нагрузке животных на единицу площади и конкретную дату.

Таблица 13. Допустимые нормы нагрузки сельскохозяйственных животных (овец) на доминирующих в аридной зоне типах пастбищ

Природные зоны	Эколого-географические районы (под-зоны)	Типы пастбищ (преобладающие)	Урожайность валовая, ц/га / корм. ед.				Нагрузка на пастбище, гол./100 га; восстановленные/деградированные
			весна	лето	осень	годовая	
1	2	3	4	5	6	7	8
Лесостепная	Лесостепной р-н	- разнотравно-злаковые с березовыми колками	5,0/ 3,3	8,0/ 4,8	4,4/ 2,2	5,8/ 3,3	110/ 78
		- красноковыльно-разнотравно-полынные на солонцах	4,5/ 2,7	6,5/ 3,2	3,9/ 1,5	4,9/ 2,4	95/ 68
Степная	Колочная степь	- разнотравно-злаковые с березовыми колками	5,0/ 3,3	8,0/ 4,8	4,4/ 2,2	5,8/ 3,3	110/ 78
		- красноковыльно-разнотравно-полынные с типчаково-полынными на солонцах	4,5/ 2,7	6,5/ 3,2	3,9/ 1,5	4,9/ 2,4	95/ 68
	2	3	4	5	6	7	8
	Колочная подзона умеренно-засушливой степи	- злаково-разнотравные с березовыми колками	5,0/ 3,3	8,0/ 4,8	4,4/ 2,2	5,8/ 3,3	116/ 78
	Умеренно-засушливая степь	- красноковыльно-разнотравно-полынные	4,5/ 2,7	6,5/ 3,2	3,9/ 1,5	4,9/ 2,4	98/ 74

	Засушливая степь	- ковыльно-разнотравные, иногда закустаренные - красноковыльно-овсецово-разнотравные с типчаково-полынными на солонцах	4,9/ 3,2	7,0/ 3,2	4,2/ 1,8	5,3/ 2,7	81/ 55
	Умеренно сухая степь	- ковыльно-разнотравные, иногда закустаренные	3,5/ 2,2	5,0/ 2,5	3,0/ 1,2	3,8/ 1,9	58/ 39
		- ковыльно-типчаково разнотравные	3,6/ 2,3	4,5/ 2,7	3,1/ 1,3	3,7/ 2,1	56/ 36
		- ковыльно-типчаково полынные	3,6/ 2,3	4,5/ 2,7	3,1/ 1,4	3,8/ 2,1	58/ 39
	Сухая степь	- типчаково-ковыльно полынные	3,7/ 2,3	4,6/ 2,5	3,2/ 1,5	3,8/ 2,1	58/ 39
		- ковыльно-житняковые	3,2/ 2,2	4,0/ 2,4	2,8/ 1,3	3,3/ 1,9	41/ 27
Горная	Предгорье	- ковыльно-разнотравно-кустарниковые	3,8/ 2,5	4,8/ 2,6	3,8/ 1,5	4,0/ 2,2	66/ 44
		- ковыльно-овсецово-таволговые с зарослями шиповника и березово-осиновыми колками	3,7/ 2,2	5,3/ 2,9	4,2/ 1,9	4,4/ 2,3	73/ 49
		- ковыльно-злаково-разнотравные, закустаренные	3,9/ 2,3	5,6/ 3,1	4,5/ 2,0	4,6/ 2,4	76/ 51
	2	3	4	5	6	7	8
	Межгорные впадины	- ковыльно-типчаково-разнотравные, закустаренные	3,6/ 2,2	4,5/ 2,5	3,2/ 1,4	3,7/ 2,0	56/ 38
		- ковыльно-разнотравно-кустарниковые	3,8/ 2,5	4,8/ 2,6	3,4/ 1,5	4,0/ 2,2	61/ 40
		- ковыльно-типчаково-кустарниковые	2,9/ 1,9	4,2/ 2,0	2,4/ 1,0	3,1/ 1,6	47/ 31

Таблица 14. Использование пастбищных ресурсов в области (районе)

Об- ласть, район	Доми- мини- рую- щий тип паст- бищ	Площадь пастбищ		Размещение на паст- бищах, тыс. голов			Всего голов в переводе на 1 условную овцу	Удельная нагрузка на 100 га обвод- ненных паст- бищ	
		Всего тыс. га	Обво- днен- ных, тыс. га	Овец, коз	КРС	Лоша- ша- дей		суще- ству- ющая	эко- логи- чески допу- сти- мая

Задание 2. Сделать вывод о возможных дигрессионных изменениях на пастбищах в аридном районе, используя следующие сведения.

I. Ступень пастбищной дигрессии. На используемом участке, если нагрузка выпаса умеренная (т.е. отчуждается до 65% урожая один раз за пастбищный период), полынный покров сохраняется хорошо. Встречаемость и жизненное состояние охотно поедаемых полукустарников (солянка восточная, прутняк простертый) нормальное. Эфемероиды и эфемеры (осочка, мятлик, пажитник, мортук и другие) имеют хорошее развитие и занимают в благоприятные по распределению осадков годы основную часть межкустового пространства. Площадь поверхности, занимаемая мхом и лишайником, составляет не более 10%. Состояние полынно-эфемерового типа пастбищ, когда коренной покров сохранен хорошо и лишь слегка угнетены охотно поедаемые виды растений, относят к I ступени пастбищной дигрессии. Изменений на поверхности почвы почти нет.

II. Ступень пастбищной дигрессии характеризуется уменьшением численности полукустарников, особенно прутняка, возрастанием числового обилия ковра кровельного, бурачка пустынного, эбелека и других неохотно поедаемых видов. Мох и лишайник на этой стадии дигрессии встречаются редко, лишь небольшими пятнами около кустов, полукустарников. Почвы слабо дефлированы. Наблюдается формирование рыхлого поверхностного слоя, легко деформируемого копытами животных.

III. Ступень пастбищной дигрессии характеризуется редкой встречаемостью доминанта растительного покрова — полыни белоземельной и большой ее угнетенностью. Кейреук и прутняк отсутствуют в травостое. Широкое распространение получил эбелек. На участке появляется адраспан.

Почвы на данной стадии среднедефлированные. При выпасе поверхность почвы пастбища сильно разрыхляется и является очагом эрозии. Щебнистость слоя 0-10 см в 1,3-1,5 раза больше, чем слоя 10-20 см из-за выноса мелкозема и увеличения скелетной части почвы.

IV. Степень пастбищной дигрессии (сбой) представляет собой участки, на которых отсутствуют или растут сплошные заросли адраспана. Как в одном, так и в другом случае эти участки не представляют ценности как кормовые угодья. Поверхность почвы таких пастбищ сильно или очень сильно дефлирована, щебнистость слоя 0-10 см в 2 раза выше, чем в слое 10-20 см.

Контрольные вопросы:

1. Что такое дигрессия пастбищ?
2. Какие факторы способствуют дигрессионным процессам на пастбищах аридной зоны?
3. Назовите растительные сообщества пастбищ в лесостепной зоне и в засушливой степи.

Занятие 5. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ И ПУТИ СНИЖЕНИЯ РАДИАЦИОННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ АГРОЛАНДШАФТА И ПРОДУКЦИИ

В результате Чернобыльской катастрофы радионуклидами загрязнена большая территория РФ. Основными радиоактивными элементами, представляющими опасность для человека, являются цезий-137, стронций-90. Выведены из сельскохозяйственного оборота земли с плотностью загрязнения цезием-137 свыше 40 Ки/км^2 , стронцием-90 свыше 3 Ки/км^2 . Сельскохозяйственные угодья, характеризующиеся плотностью загрязнения почв цезием-137 от 15 до 40 Ки/км^2 , могут быть использованы в сельскохозяйственном производстве при условии проведения дополнительной мелиорации почв. При плотности загрязнения почв сельскохозяйственных угодий цезием-137 менее 15 и стронцием-90 менее 2 Ки/км^2 допускается ведение сельскохозяйственного производства с использованием приемов, ограничивающих поступление радионуклидов в продукцию.

Цезий-137 и стронций-90 имеют примерно одинаковый период полураспада – 28-30 лет. Стронций-90 характеризуется высокой биологической подвижностью в звене "почва–растение–животное" и трудно выводится из организма. Радиоцезий сравнительно быстро выводится из организма. Период выведения радиоцезия (при прекращении потребления загрязненных продуктов) составляет 20-25 дней. Радиоцезий является химическим аналогом ка-

лия, стронций-90 -кальция.

В настоящее время одной из актуальных задач сельскохозяйственной радиологии является установление количественных соотношений между уровнем загрязненности почвы и радиоактивностью растений, что позволяет прогнозировать поступление радионуклидов в сельскохозяйственные культуры и разрабатывать мероприятия, позволяющие получить "чистый урожай".

Задание 1. Прогнозирование радиационного загрязнения растениеводческой продукции

Работа рассчитана на выполнение студентами 3-4 вариантов из таблицы 15.

Известно, что поступление радионуклидов в растение зависит от многих факторов. Но наиболее определяющую роль играют типы почвы и ее кислотность, а также содержание в ней подвижного калия. Поэтому при прогнозировании загрязненности растениеводческой продукции необходимо в первую очередь обращать внимание именно на эти показатели. Значит, основой для выполнения задания служат: культура, вид получаемой продукции и почва с указанием плотности загрязнения. В таблицах 2 и 4 дано содержание радионуклидов в урожае на супесчаной почве при плотности загрязнения 1 Ки/км^2 , соответственно для цезия и стронция, т.е. коэффициенты перехода радионуклидов из почвы в основную и побочную продукцию. В таблицах 3 и 5 даны поправочные коэффициенты для разных типов почв. С помощью этих коэффициентов прогнозируем загрязнение растениеводческой продукции.

Пример. Необходимо определить степень загрязнения радионуклидами сена клевера, выращенного на дерново-подзолистой суглинистой почве с плотностью загрязнения цезием-137 – $15,0$, стронцием-90 – 2 Ки/км^2 . Почва имеет содержание обменного калия 10 мг/100 г , $\text{pH} = 5,8$.

По таблице для супесчаной почвы находим, что при таких агрохимических показателях содержание радиоцезия в сене клевера равно $0,9 \cdot 10^{-9} \text{ Ки/кг}$. Поправочный коэффициент для суглинистой почвы равен $0,7$. Значит, коэффициент перехода будет $0,9 \cdot 10^{-9} \text{ Ки/кг} \times 0,7 = 0,63 \cdot 10^{-9}$. Такой уровень удельной радиоактивности получается при плотности радиоактивного загрязнения цезием-137 в 1 Ки/км^2 ,

В нашем примере она равна 15 Ки/км^2 , поэтому полученный результат умножаем на 15 ($0,63 \cdot 10^{-9} \text{ Ки/кг} \times 15 = 9,45 \cdot 10^{-9}$). Норматив для сена по содержанию цезия-137, отвечающий требованиям РДУ-92, равен $40 \cdot 10^{-9} / \text{кг}$.

Таблица 15. Расчет прогнозируемого содержания радионуклидов в сельскохозяйственной продукции

№	Культу- ра	Про- дукция	Почва	Содержание радионуклидов в с.-х. продукции при плот- ности загрязнения 1 Ки/км ²		Предельно- допустимое содержа- ние радионуклидов в кормах для получения мяса и молока		Прогнозируемое со- держание радионукли- дов в с.-х. продукции	
				¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr
				Ки/кг					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	Ячмень	зерно	т/б, рН в КСl – 4,0, содержание К ₂ O <25 мг/100 г, плотность загрязнения цезием- 137 – 7 Ки/км ² ; стронцием-90 – 2 Ки/км ²			10 · 10 ⁻⁹	3 · 10 ⁻⁹		
2.	Клевер	сено	т/б, рН в КСl – 4,7, содержание К ₂ O – 30 мг/100 г, плот- ность загрязнения ¹³⁷ Cs – 8 Ки/км ² ; ⁹⁰ Sr – 3 Ки/км ²			40 · 10 ⁻⁹	7 · 10 ⁻⁹		-
3.	Много- летние злако- вые травы	сено	т/б, рН _{КСl} – 4,2, со- держание К ₂ O – 27 мг/100 г, плотность загрязнения ¹³⁷ Cs – 12 Ки/км ² , ⁹⁰ Sr – 8 Ки/км ²			40 · 10 ⁻⁹	7 · 10 ⁻⁹		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4.	Кукуруза	силос	т/б, рН в КС1 – 5,0, содержание K_2O – 47 мг/100 г, плотность загрязнения цезием-137 – 12 Ки/км ² ; стронцием-90 – 4 Ки/км ²			$8 \cdot 10^{-9}$	$1,5 \cdot 10^{-9}$		
5.	Многолетние злаковые травы	зеленая масса	т/б, рН в КС1 – 3,7, содержание K_2O – 30 мг/100 г, плотность загрязнения цезием-137 – 10 Ки/км ² ; стронцием-90 – 3 Ки/км ²			$5 \cdot 10^{-9}$	$1 \cdot 10^{-9}$		
6.	Озимая рожь	зерно	п/п супесчаная, рН _{КС1} – 5,5, содержание K_2O – 8 мг/100 г, плотность загрязнения ¹³⁷ Cs – 10 Ки/км ² ; стронцием-90 – 4 Ки/км ²			$10 \cdot 10^{-9}$	$1 \cdot 10^{-9}$		
7.	Озимая рожь	солома	То же			$10 \cdot 10^{-9}$	$5 \cdot 10^{-9}$		
8.	Клевер	сено	То же			$40 \cdot 10^{-9}$	$7 \cdot 10^{-9}$		
9.	Клевер	з/м	То же			$5 \cdot 10^{-9}$	$1 \cdot 10^{-9}$		
10.	Клевер	сенаж	То же			$20 \cdot 10^{-9}$	$3 \cdot 10^{-9}$		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11.	Картофель	клубни	д/п супесчаная, рН в КС1 – 5,5, содержание $K_2O < 8$ мг/100 г, плотность загрязнения цезием-137 – 10 Ки/км ² ; стронцием-90 – 4 Ки/км ²			$10 \cdot 10^{-9}$	$1 \cdot 10^{-9}$		
12.	Рапс	з/м	То же			$5 \cdot 10^{-9}$	$1 \cdot 10^{-9}$		
13.	Озимая рожь	зерно	д/п суглинистая, рН в КС1 – 7,0, содержание K_2O – 15 мг/100 г, плотность загрязнения цезием-137 – 8 Ки/км ² ; стронцием-90 – 3 Ки/км ²			$1 \cdot 10^{-9}$	$3 \cdot 10^{-9}$		
14.	Картофель	клубни	То же			$10 \cdot 10^{-9}$	$1 \cdot 10^{-9}$		
15.	Клевер	сено	То же		я	$40 \cdot 10^{-9}$	$7 \cdot 10^{-9}$		

Сопоставляя расчетную и нормативную величины видим, что сено по содержанию радиоцезия не превышает допустимый уровень содержания радионуклидов для получения цельного молока.

Далее аналогично проводим прогноз содержания стронция-90.

Задание 2. Описать агротехнические приемы, ограничивающие поступление радионуклидов в растения.

С целью уменьшения накопления радионуклидов в сельскохозяйственной продукции учеными разработан комплекс специальных защитных мер, главные из которых следующие:

Подбор культур. Наименьшее количество радионуклидов накапливают те культуры, которые характеризуются более низким содержанием Са и К. Данные по накоплению радионуклидов представлены в таблицах 16 и 18.

В связи с высоким содержанием влаги в корнеплодах и клубнях картофеля, в них накапливается наименьшее количество радиоцезия. Затруднено размещение многолетних трав, зернобобовых и крестоцветных культур на песчаных и переувлажненных торфяно-болотных почвах, загрязненных радиоцезием и радиостронцием.

Таблица 16. Содержание цезия-137 в урожае кормовых культур при плотности загрязнения дерново-подзолистой супесчаной почвы 1 Ки/км² в зависимости от обеспеченности ее обменным калием

Культура	Обменный калий, мг/100 г почвы			
	<8	8-14	14-20	>20
Люпин	6,00	5,40	5,00	4,80
Многолетние злаковые травы	5,70	3,90	2,90	1,70
Тимофеевка	5,10	3,90	2,90	1,70
Клевер	1,08	0,90	0,62	0,62
Озимый рапс	0,90	0,80	0,50	0,40
Вика	0,87	0,78	0,53	0,40
Ячмень (солома)	0,69	0,50	0,34	0,18
Озимая рожь (солома)	0,69	0,50	0,34	0,18
Овес (зерно)	0,39	0,33	0,28	0,17
Овес на зеленый корм	0,30	0,25	0,20	0,18
Райграс однолетний	0,30	0,23	0,20	0,16
Кукуруза*	0,18	0,12	0,09	0,08
Ячмень (зерно)	0,14	0,12	0,08	0,055
Озимая рожь (зерно)	0,14	0,12	0,08	0,055
Картофель (клубни)*	0,13	0,11	0,08	0,05
Кормовая свекла	0,08	0,06	0,04	0,03

Примечание: * – пересчитано на естественную влажность

Таблица 17. Поправочные коэффициенты для прогноза загрязнения кормовых культур цезием-137 в зависимости от гранулометрического состава дерново-подзолистых почв

Культура	Гранулометрический состав почвы		
	супесчаная	песчаная	суглинистая
Люпин	1	1,5	0,8
Многолетние злаковые травы	1	1,1	0,8
Тимофеевка	1	1,1	0,8
Клевер	1	1,5	0,7
Озимый рапс	1	1,2	0,9
Вика	1	1,5	0,7
Ячмень (солома)	1	1,5	0,5
Овес (зерно)	1	1,5	0,5
Овес на зеленый корм	1	1,2	0,9
Райграс однолетний	1	1,2	0,9
Кукуруза	1	1,1	0,8
Ячмень (зерно)	1	1,5	0,5
Озимая рожь (зерно)	1	1,5	0,5
Картофель (клубни)	1	1,2	0,9
Кормовая свекла (корнеплоды)*	1	1,2	0,9

Примечание: * – пересчитано на естественную влажность

На торфяно-болотных почвах поправочный коэффициент для всех культур 1,7.

Таблица 18. Содержание стронция-90 в урожае кормовых культур при плотности загрязнения дерново-подзолистой супесчаной почвы 1 Ки/км²

Культура	$K_n \cdot 10^{-9}$ Ки/кг сухой массы
Клевер	32,1
Злаково-бобовые смеси	19,7
Сено (естественные травы)	11,2
Многолетние злаковые травы	9,3
Озимый рапс	7,0
Кукуруза*	6,8
Тимофеевка	5,0
Ячмень (солома)	4,7
Райграс однолетний	4,6
Овес на зеленый корм	3,2
Картофель	0,76
Ячмень (зерно)	0,46

Примечание: * – пересчитано на естественную влажность

Таблица 19. Поправочные коэффициенты для прогноза загрязнения кормовых культур стронцием-90 в зависимости от гранулометрического состава дерново-подзолистых почв

Культура	Гранулометрический состав почвы		
	супесчаная	песчаная	суглинистая
Клевер	1	1,4	0,6
Злаково-бобовые смеси	1	1,3	0,5
Сено (естественные травы)	1	2,0	0,4
Многолетние злаковые травы	1	1,6	0,7
Озимый рапс	1	1,4	0,5
Кукуруза	1	1,4	0,6
Тимофеевка	1	1,6	0,7
Ячмень (солома)	1	1,6	0,5
Райграс однолетний	1	1,6	0,7
Картофель	1	1,2	0,9
Овес на зеленый корм	1	1,5	0,6
Ячмень (зерно)	1	1,6	0,5

На торфяно-болотных почвах для всех культур поправочный коэффициент 1,9

Данные опытов показывают, что при допустимом загрязнении радионуклидами возможно возделывание зерновых и картофеля. На плодородных почвах с высокой плотностью загрязнения радионуклидами разрешается возделывать рапс и сахарную свеклу, загрязнение конечной продукции которых при переработке снижается до минимума.

Пути снижения накопления радионуклидов в растениеводческой продукции

Система ведения земледелия на загрязненных почвах должна включать мероприятия, которые способствуют обеспечению производства сельскохозяйственной продукцией в пределах требования радиационной безопасности. Накопление радионуклидов можно снизить путем использования различных агрохимических и агротехнических приемов, целесообразность применения которых определяется уровнем содержания радионуклидов в почве, а, следовательно, и возможным уровнем загрязнения продукции. Это следующие приемы:

- увеличение доли площадей под культуры с низким уровнем накопления радионуклидов;

- коренное и поверхностное улучшение сенокосов и пастбищ, включающее культуртехнические мероприятия, посев травосмесей с минимальным накоплением радионуклидов, фрезерование и глубокую вспашку с оборотом пласта верхнего слоя на естественных кормовых угодьях;
- предотвращение вторичного загрязнения за счет комплекса противоэрозионных мероприятий;
- применение средств защиты растений;
- известкование кислых почв;
- внесение органических удобрений и сапропелей;
- внесение повышенных доз фосфорных и калийных удобрений;
- ограничение доз азотных удобрений на основе почвенно-растительной диагностики;
- промывка и первичная очистка убранный плодово-овощной и технической продукции;
- применение различных способов уборки зерновых и кормовых культур, исключающих вторичное загрязнение урожая.

Система обработки почвы. Основными задачами системы обработки почвы в зоне радиоактивного загрязнения являются следующие:

- уменьшение эрозионных процессов и переноса почвенных частиц;
- снижение времени воздействия излучений на работающий персонал;
- снижение радиоактивного загрязнения урожая.

В системе основной обработки целесообразно сочетать безотвальные способы обработки почвы с периодической (раз в 3-4 года) отвальной вспашкой. Безотвальная обработка может осуществляться на глубину 35-40 см чизельным культиватором КЧП-5,5, КЧН-1,8А; отвальная проводится на глубину пахотного слоя с использованием обычных плугов типа ПЛН-5-3,5. Такие сочетания обработок дают возможность уничтожать сорняки, уменьшать повреждение растений вредителями и болезнями, заделывать органические удобрения, разрушать подплужную подошву и, что особенно важно, способствуют постепенному разбавлению радионуклидов из пахотного слоя в нижележащие горизонты путем их механического перемещения. На эродированных, эрозионно-опасных, уплотненных и временно избыточно увлажненных почвах следует применять глубокое рыхление и щелевание орудиями РЩ-3,5, РУ-45 и ЩН-140.

Предпосевная обработка почвы должна вестись с использованием высокопроизводительных комбинированных агрегатов, совмещающих за один проход выполнение нескольких операций. Для этого используются РВК-3,6; РВК-5,4; АКШ-7,2; АКШ-3,6.

Система удобрений. Одним из наиболее эффективных приемов, снижающих поступление радионуклидов в растения является известкование, так как при этом в почвенном растворе резко уменьшается концентрация водорастворимых ионов, увеличивается содержание подвижного кальция и магния. Эффект снижения количества радионуклидов в урожае колеблется в пределах 1,5-3 раза (иногда до 10 раз) и зависит от гранулометрического состава почв, степени кислотности, обеспеченности гумусом, а также от биологических особенностей культур.

Дозы извести изменяются в зависимости от загрязнения почв радионуклидами следующим образом:

Загрязнение, Ки/км ²		Доза извести, соответствующая гидролитической кислотности
цезий-137	стронций-90	
5,0	0,3	1,0
5,0 -4,0	0,3 -3,0	1,5

Применение органических удобрений также способствует уменьшению перехода радионуклидов из почвы в растения. В загрязненных радионуклидами районах запрещается в качестве органических удобрений торф. При небольшом радиусе перевозок рекомендуется применение кремнеземистых и карбонатных сапропелей в дозах 60-80 т/га под пропашные культуры.

Важным приемом, ограничивающим поступление радиоцезия в растения, особенно на бедных калием дерново-подзолистых почвах, является применение калийных удобрений. Это обусловлено как антагонизмом катионов калия и цезия, так и позитивным влиянием калия на величину урожайности. Дозы калия дифференцированы в зависимости от типа почв и содержания в них обменного калия и вносятся с учетом обеспечения максимальной прибавки урожая.

Дозы калийных удобрений определены из расчета обеспечения полной потребности сельскохозяйственных культур и ускоренного повышения содержания калия в почве до оптимального уровня. На почвах с высокой плотностью загрязнения радионуклидами предусмотрено применение повышенных доз калийных удобрений. На почвах с избыточным содержанием калия (на минеральных более 300 мг/кг K₂O, на торфяно-болотных 1200 мг/кг) внесение калийных удобрений не рекомендуется для предотвращения ухудшения качества продукции.

Действие фосфорных удобрений также положительно сказывается на уменьшении поступления радионуклидов из почвы в растительную продукцию, особенно на почвах с низким содержанием подвижных фосфатов. Дозы

фосфорных удобрений рассчитываются с учетом сбалансированного питания сельскохозяйственных культур и содержания фосфора в почве. Приоритетом в распределении фосфорных удобрений является плотность загрязнения почв радионуклидами. На почвах с высоким содержанием фосфора (на минеральных более 250 мг P_2O_5 /кг, на торфяно-болотных – 1000 мг/кг) фосфорные удобрения не вносятся.

Важная роль отводится регулированию азотного питания растений. При недостатке доступного азота в почве сильно снижается урожай, и концентрация радионуклидов в продукции несколько повышается. С другой стороны, повышение дозы азотных удобрений усиливает накопление радионуклидов в растениях. В связи с этим дозы азотных удобрений строго регламентируются с учетом потребности растений для получения планируемой урожайности. При применении азотных удобрений следует учитывать все мероприятия, способствующие повышению их эффективности.

Микроудобрения также играют заметную роль в снижении поступления радионуклидов в растения. Применяются микроудобрения с учетом содержания соответствующих микроэлементов в почве и биологических особенностей культур. В почву микроудобрения вносятся только при очень низком их содержании. Некорневые подкормки целесообразно применять следующим образом:

- зерновые многолетние травы – 20-30 г/га д.в. меди;
- лен и свекла – соответственно 30-40 и 100-150 г/га д.в. бора,
- кукуруза – 60-100 г/га д.в. цинка;

Защита растений. Для химической защиты растений от вредителей, болезней и сорняков утвержден перечень разрешенных пестицидов для зон с загрязнением цезием-137 1-15 и 15,1-40,0 Ки/км². Накопление радионуклидов в продукции снижается по мере повышения урожайности, в том числе и от применения защитных мероприятий. Химические средства защиты должны сочетаться с агрохимическими и биологическими способами борьбы с вредителями, болезнями и сорняками.

Особое внимание в условиях радиоактивного загрязнения следует уделять соблюдению точных сроков применения препаратов, не допускать превышения норм их расхода.

Регулирование водного режима. Осушение переувлажненных земель является важным приемом снижения поступления радионуклидов в урожай сельскохозяйственных культур. Это происходит за счет улучшения их водно-воздушного режима и условий минерального питания. Поступление из переувлажненных почв радионуклидов в растительную продукцию зависит от

уровня грунтовых вод (УГВ). Для большинства торфяных и минеральных заболоченных почв минеральное поглощение растениями радионуклидов цезия и стронция достигается при положении УГВ на глубине 90-120 см от поверхности почвы. Подъем УГВ на глубину 35-50 см от поверхности почвы приводит к увеличению накопления радионуклидов в растении до 5-20 раз, поэтому необходимо поддерживать рекомендуемые УГВ

Регулирование водного режима заключается в локальном осушении заболоченных земель и периодических агромелиоративных мерах на осушенных землях. Это планировка и предотвращение поверхностного стока, раскрытие западин с устройством ложбин стока и колодцев-поглотителей, глубокое рыхление подпахотного слоя и др.

Нельзя допускать превышения влажности пахотного слоя 0,8 полевой влагоемкости. Поэтому орошение следует проводить малыми нормами (100-150 куб./га). Открытая мелиоративная сеть периодически должна окашиваться и подчищаться, производится промывка и ремонт закрытого дренажа.

Предочисткой каналов определяется содержание радионуклидов в донных отложениях и на прилегающей к ним местности. При повышении уровня загрязнения донных отложений над загрязнением почвы окружающей местности более чем на порядок, требуется захоронение вынутого грунта на глубину 0,7-0,8 м вблизи бровок канала.

Контрольные вопросы

1. Какие из выпавших радиоактивных элементов имеют наибольшую биологическую опасность и почему?
2. От чего зависит поступление радионуклидов из почвы в растение?
3. Как происходит миграция радионуклидов по профилю почв?
4. Что такое коэффициент перехода радионуклидов из почвы в растение?
5. Как осуществляется прогнозирование уровня загрязнения урожая?
6. Перечислить мероприятия, направленные на снижение поступления радионуклидов в урожай сельскохозяйственной продукции.

Занятие 6. СОСТАВЛЕНИЕ КОНТУРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СЕВООБОРОТОВ

Цель: научиться оптимизировать структуру агроландшафта путем создания севооборотов с научно-обоснованным чередованием культур, учитывающим разнообразие почвенно-экологических условий в агроландшафте.

В сложившейся практике организации севооборотов в хозяйствах одной из определяющих задач было обеспечить высокопроизводительное ис-

пользование сельскохозяйственной техники и повысить производительность труда в земледелии. Для этого проектировались крупные поля правильной конфигурации. В условиях пестроты почвенного покрова это привело к тому, что не все поля в агроландшафте в почвенно-экологическом отношении были однородными. Это значительно снижало урожайность сельскохозяйственных культур, т.к. невозможно провести технологические операции в оптимальные для каждой почвы сроки, при этом отмечалась неравномерность роста, развития и созревания сельскохозяйственных культур. Учитывая, что не все культуры севооборота в одинаковой степени адаптируются к неблагоприятной почвенно-экологической неоднородности, это приводило к снижению потенциальной эффективности севооборота в целом.

В связи с этим оптимизирован подход к организации и ведению севооборотов. В настоящее время он базируется на максимальном учете почвенно-экологических условий.

Итак, в свете экологизации агроландшафтов, принципиальным направлением организации севооборотов является формирование по возможности однородных в почвенно-экологическом отношении полей с введением на каждом из них биологически правильного во времени чередования сельскохозяйственных культур по научно обоснованным схемам, обеспечивающим максимальный экономический эффект и повышение плодородия почв.

Задания:

1. Изучить пригодность почв для возделывания сельхозкультур:

- а) по типу и гранулометрическому составу;
- б) по культуртехническому составу;
- в) по кислотности.

2. Составить севооборот по заданию преподавателя.

Материалы: литература по севооборотам.

Задание 1. Изучить пригодность основных групп почв для возделывания сельскохозяйственных культур.

В целях правильного ведения севооборотов определены группы почв, которые в различной степени могут быть пригодны для возделывания сельскохозяйственных культур. На основе данных таблицы 20 сделать вывод и выписать культуры, требовательные и нетребовательные к типу и гранулометрическому составу почв.

Задание 2. Изучить пригодность земель для возделывания сельскохозяйственных культур по культуртехническому состоянию.

Наиболее важными показателями культуртехнического состояния полей являются: закустаренность, рельеф, избыточная увлажненность, удален-

ность от населенных пунктов и др.

Отношение основных групп сельскохозяйственных культур к этим показателям приведено в таблице 21.

Сделать анализ приведенных данных к выписать культуры, которые более успешно можно выращивать:

- на каменистых почвах
- на склоновых почвах
- на избыточно-увлажненных почвах
- на землях, удаленных от населенных пунктов.

Таблица 20. Сравнительная пригодность основных групп почв для возделывания сельскохозяйственных культур

Агро- группа почв	Сах. свекла	Озимая рожь	Пшеница	Ячмень	Овес	Картофель	Лен	Рапс	Корнеплоды	Кукуруза	Клевер	Травы
I	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
II	1	2	2	2	2	1	2	1	1	1	2	3
III	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
IV	1	3	1	2	3	3	0	2	2	3	1	2
V	0	2	1	1	2	2	0	2	1	2	0	1
VI	0	1	1	2	2	1	0	0	1	1	0	3
VII	1	2	2	3	3	2	1	2	2	2	2	3
I Дерново-карбонатные; II Дерново-подзолистые глинистые и тяжелосуглинистые; III Дерново-подзолистые легкосуглинистые и среднесуглинистые; IV Дерново-подзолистые супесчаные; V Дерново-подзолистые песчаные; Торфяно-болотные с мощностью менее 1 кв. м; VI Торфяно-болотные с мощностью более 1 кв. м; VII Дерново-подзолистые временно избыточно-увлажненные.												

Таблица 21. Шкала сравнительной оценки пригодности земель для возделывания сельскохозяйственных культур по технологическим свойствам и удаленности

Характеристика технологических условий и удаленности	Степень пригодности земель по технологическим свойствам для возделывания сельскохозяйственных культур				
	зерновые	картофель	сах. свекла, корнеплоды	силосные	травы
Каменистость, м ³ /га: 5-6	2	1	1	2	0
11-25 и более	1	1	1	1	0
Углы склона: До 3°	3	2	2	3	3
3-5°	2	1	1	1	2
Более 5°	1	0	0	1	1
Преобладание тяжело суглинистых и глинистых почв	1	0	0	2	2
Преобладание избыточно увлажненных земель	1	0	0	2	2
Удаленность от хозяйств. и населенных пунктов, км: До 1 км	3	3	3	3	3
1-3	3	2	1	2	3
3-5	2	1	0	2	2
Более 5	1	0	0	2	3

Условные обозначения: 0 - непригодные, 1 - малопригодные, 2 -пригодные, 3 - наиболее пригодные

Задание 5. Изучить отношение сельскохозяйственных культур к реакции почвенной среды

Пользуясь знаниями, полученными при изучении курса "Основы агрономии" и литературными источниками, сгруппировать сельскохозяйственные культуры по отношению к реакции среды:

- требуют нейтральную или слабощелочную среду;
- требуют кислую среду,

- могут выращиваться в широком диапазоне (рН от 5,5 до 7,0).

Индивидуальное задание

Используя, полученные сведения, составить севооборот по заданию преподавателя

1. Почва дерново-подзолистая тяжелосуглинистая, составить севооборот 6-польный с 50% зерновых в структуре посевных площадей и дать обоснование чередованию культур;

2. Почва дерново-подзолистая легкосуглинистая, составить 9-польный севооборот с включением поля льна и посевом промежуточных культур и дать обоснование чередованию культур;

3. Почва дерново-подзолистая супесчаная, составить 7-польный севооборот с включением поля, занятого картофелем, и дать обоснование чередованию культур

4. Почва дерново-подзолистая песчаная, подобрать культуры, позволяющую получить максимальную продуктивность севооборота, составить севооборот и дать обоснование;

5. Почва торфяно-болотная с мощностью торфяного горизонта более 1, подобрать культуры и составить севооборот.

Пояснение к индивидуальному заданию

При составлении севооборотов на различных почвах следует учитывать требования сельскохозяйственных культур к предшественнику. Необходимо, чтобы более ценные для хозяйства и требовательные к плодородию почв культуры размещались по лучшим предшественникам.

При определении предшественников, прежде всего, необходимо учитывать:

1. Биологические и агротехнические особенности сельскохозяйственных культур;

2. Поражаемость сельскохозяйственных растений болезнями, вредителями, их засоренность (степень засоренности и биологические группы сорняков).

Кроме того, необходимо знать следующее:

1) по занятым парам нужно размещать озимые;

2) по озимым, идущим по удобренным занятым парам, размещать ценные пропашные культуры (сахарную свеклу, картофель), лен;

3) по пропашным культурам „высевать ячмень, яровую пшеницу, зернобобовые культуры, лен. По ранним пропашным культурам (картофель раннему, кукурузе на силос в южных и западных районах республики) - озимые;

4) при внесении органических удобрений и размещении промежуточ-

ных культур возможны повторные посевы зерновых, если они занимают 50% площади севооборота.

5) Не допускаются посевы зерновых по зерновым в севооборотах элитных семеноводческих хозяйств.

6) по пласту и обороту пласта многолетних трав и зернобобовым хорошо размещать лен, яровую и озимую пшеницу, озимую режь, ячмень, картофель;

7) занятые пары следует размещать по полям, наиболее засоренными сорными растениями (после овса, ячменя, яровой пшеницы);

8) подсев многолетних трав осуществлять под покров зерновых культур (озимых или яровых) при их урожайности не выше 35-40 ц/га. При более высоких урожаях подсев производить под однолетние травы (вико-овсяную смесь, горохо- овсяную смесь, люпин на зеленую массу, а также озимую режь на зеленую массу).

Промежуточные культуры размещаются после раноубираемых культур, или не подсеваются под них.

Кроме того, при составлении схемы чередования культур необходимо учитывать фитосанитарные условия культур, не допускающие быстрого возврата их на прежнее поле.

Допустимый срок возврата на прежнее поле составляет: озимой ржи и овса - через 1-2 года; ячменя, яровой пшеницы, гречихи— через 1-3 года, озимой пшеницы, картофеля, однолетних трав, многолетних трав (злаковые), промежуточных крестоцветных культур -через 2-3 года; сахарной свеклы, вики, гороха, клевера, люцерны - через 3-4 года; люпина на зерно и зеленую массу -через 5-6 лет; льна, капусты - через 6-7 лет. Кукуруза может возделываться бессменно.

Контрольные вопросы

1. Как понимать контурно-экологический севооборот?
2. Какие показатели плодородия почвы необходимо учитывать при составлении контурно-экологического севооборота?
3. Какие культуры более требовательны к почвам?
4. Какие культуры менее требовательны к почвам?
5. Требования, предъявляемые сельскохозяйственными культурами к предшественнику?
6. Что такое монокультура? Какие культуры можно выращивать в монокультуре?
7. Какие культуры можно часто возвращать на старое место, и какие требуют длительного ротационного периода?

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ ЗНАНИЙ

Раздел «Основы организации и управления агроландшафтами»

1. Агроэкологические свойства агроландшафта как составной части природной экосистемы.
2. Концептуальная модель агроландшафта.
3. Биоэнергетическая шкала оценок севооборотов.
4. Система оценок компонентов ландшафта.
5. Использование ГИС-технологий и аэрокосмических методов в оценке состояния агроландшафтов.
6. Концепция эколого-хозяйственного баланса, основанная на соответствии структурных элементов ландшафта и видов использования земель.
7. Концепция экологического каркаса территории.
8. Принципы системности, эмерджентности, эколого-хозяйственного баланса и экологического каркаса агроландшафта, многоуровневой и многофакторной адаптации, оптимального функционирования, практической и экономической целесообразности.

Раздел «Направления оптимизации агроландшафтов»

1. Комплексная диагностика как основа оптимизации минерального питания посевов
2. Рациональная, экологически приемлемая система удобрений в агроландшафтных районах Новосибирской области
3. Способы повышения влагоустойчивости растений
4. Приемы повышения продуктивности растений в условиях засоления.
5. Агротехнические приемы повышения устойчивости культур к вредителям и болезням.
6. Агролесомелиоративное адаптивно-ландшафтное обустройство территории.
7. Способы улучшения деградированных кормовых угодий.
8. Фитомелиоративные технологии для засоленных почв.
9. Биоремедиация почв загрязненных токсикантами.
10. Роль узкоспециализированных природоохранных технологий в оптимизации агроландшафта.
11. Роль комплексных природоулучшающих систем в оптимизации агроландшафтов.
12. Агроэкологические проекты оптимизации агроландшафтов.
13. Сестайнинг агроэкосистем, адаптивный подход и экологический императив (система запретов).

Раздел «Зарубежный опыт экологизации агроландшафтов»

1. Зеленые фермы (green "farms").

2. Агролесные экосистемы (Agro forestry, farm forestry).
3. Особенности ведения органического сельского хозяйства.
4. Отличия органического сельского хозяйства от интенсивного.
5. Динамически равновесное сельское хозяйство.
6. Устойчивое сельское хозяйство.

Рекомендуемая литература

1. Сельскохозяйственная экология (в аспекте устойчивого развития): учебное пособие / сост. А.Н. Есалко, Т.Г. Зеленская, И.О. Лысенко и др.; Ставропольский гос. аграр. ун-т. – Ставрополь, 2014. – 92 с. <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=514624>.
2. Куликов Я.К. Агроэкология: учебное пособие [Электронный ресурс]/ Я.К. Куликов. – Минск: Высш. Шк., 2012. – 319 с.
2. Экология и правовые основы рационального природопользования / А.Г. Незавитин, Н.Н. Наплекова, Л.Н. Ермаков и др. – Новосибирск, 2010. – 626 с.
3. Адаптивно-ландшафтные системы земледелия Новосибирской области. – Новосибирск, 2002. – 387 с.
4. Агроэкология: учебное пособие для студ. вузов по агроном. спец. / Под ред. В. А. Черникова, А.И. Чекирева. – М.: Колос, 2000. – 304 с.
5. Методические рекомендации по биоэнергетической оценке технологий возделывания кукурузы/Кивер В.Ф., Бакай С.С., Рыбка В.С. и др. – М., 1988. – 52 с.
6. Методика оценки эффективности систем земледелия на биоэнергетической основе/Володин В.М., Еремина Р.Ф., Шестакова Л.П. и др. – М., 1989. – 39 с.
7. AGRIS – международная информационная система по сельскому хозяйству и смежным с ним отраслям.
8. AGRO-PROM.RU – информационный портал по сельскому хозяйству и аграрной науке.
9. БД AGRICOLA – международная база данных на сайте Центральной научной сельскохозяйственной библиотеки Россельхозакадемии.
10. БД «AGROS» – крупнейшая документографическая база данных по проблемам АПК, охватывает все научные публикации (книги, брошюры, авторефераты, диссертации, труды сельскохозяйственных научных учреждений).

Содержание

	Стр.
Введение	3
Биоэнергетическая оценка технологий растениеводства	4
Занятие 1. Расчет затрат совокупной энергии на 1га посева	6
Занятие 2. Определение продуктивности посевов	11
Занятие 3. Биоэнергетическая оценка севооборотов	13
Занятие 4. Определение нагрузки сельскохозяйственных животных на пастбища	27
Занятие 5. Прогнозирование и пути снижения радиационного загрязнения агроландшафта и продукции	32
Занятие 6. Составление контурно-экологических севооборотов	43
Вопросы для самопроверки знаний	49
Рекомендуемая литература	50