

**Задания заключительного этапа**  
**по направлению «Агропромышленный комплекс (Агрономия)»**  
**Вариант 1**

Категория участия: **«Бакалавриат»**

Время выполнения задания – **180 мин.**, язык выполнения работы – **русский.**

*Заключительный этап состоит из пяти заданий.*

**Задание 1 (40 баллов)**

Разработайте систему мероприятий по повышению эффективности и устойчивости производства яровой пшеницы в звене пар чистый (кулисный) - яровая пшеница для экспорториентированного предприятия эрозивно-опасного засушливого региона степной зоны РФ. Содержание в среднесуглинистом черноземе в пахотном слое с равновесной плотностью  $1,22 \text{ г/см}^3$  : гумус 4,%,  $\text{P}_2\text{O}_5$ -10 мг,  $\text{K}_2\text{O}$  -12 мг/100 на 100 г почвы, pH сол.-7.1. Наименьшая влагоемкость 28%. Рассчитать запасы влаги. Приход ФАР –  $2,8 \cdot 10^9$  (9-степень) Ккал/га, сумма осадков за вегетационный период -200 мм. Система полеводства базируется на традиционной глубокой отвальной, мелкой безотвальной (основной) и многооперационной предпосевной обработке, внесение с посевом комплексного удобрения. На момент посева яровой пшеницы масса пробы влажной почвы слоя 0 - 7 см ненарушенного сложения (объема 100 см куб) равна 95г, сухой 90г.

Кроме протравливания семян, химических средств защиты не применяют. В результате компонент агрофитоценоза пшеницы представлен типичными представителями сорно-полевой растительности по численности, значительно превышающие экономические пороги вредоносности. Большой ущерб урожаю наносят болезни (пыльная головня, ржавчина) и вредители (клоп черепашка и трипсы).

Привлеченные инвестиции позволяют существенно усилить почвозащитную и влагосберегающую функцию системы обработки почвы и фитосанитарное состояние. Для окупаемости инвестиций урожайность пшеницы должна возрасти не менее чем на 5ц/га.

**Ответ**

**Общие рассуждения о разрабатываемой системе мероприятий**

Задание представляет решение непростой задачи, поскольку получение высокой урожайности зерна пшеницы в условиях недостаточного увлажнения с ограничениями по применению минеральных удобрений и без применения средств защиты очень сложно.

**Часть 1. Обоснование системы мероприятий для устойчивого роста производства зерна яровой пшеницы для Степной зоны**

**1. Расчет норм минеральных удобрений на урожай(4т/га) яровой пшеницы, кг.**

Показатели	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1.Вынос 1ц товарной продукции	4,0	1,0	2,5
2.Вынос с урожаем	160	40	100
3.Содержание в почве: на кг/га	3904	300	360
4.Коэффициент использования из почвы	0,01	0,1	0,15
5.Потребление из почвы	39,4	30	54
6.Дефицит	120,6	10	46
7.Коэффициент использования из минеральных удобрений	70	40	80
8.Внесение с минеральными удобрениями	172,3	25	57,5
Внесение с минеральными удобрениями под планируемую урожайность	?	?	?

**2. Расчет потенциальной урожайности (ПУ) зерна яровой пшеницы по ФАР**

Дано: Приход ФАР  $2,8 \cdot 10^9$  Е 9Ккал

Вычисление ведут по формуле

$$ПУ = (ФАР * Кф) / Кэн$$

Коэффициент использования ФАР (Кф) принимаем минимальный с учетом метеорологических рисков 2%

Коэффициент энергосодержания в зерне кукурузы (Кэн) берем из доступной информации =  $(17 \text{Дж} = 68,0 \text{ ккал/г})$

Отсюда ПУ =  $(2,8 \cdot 10^9 \text{ Ккал} \cdot 0,02) / 68 = 6,8 \text{ т}$

Перерасчет на влажность 14%

$6,8 \cdot 100 / (100 - 14) = 7,9 / \text{га}$

Пересчет на зерно (соотношение основной продукции к побочной 1:1,4)

$7,9 : 1,4 = 5,6 \text{ т/га}$

Таким, образом, приход ФАР не будет ограничивать нашу урожайность, до 9 тон/га если уровень обеспеченности влагой будет достаточен.

### 3. Определение суммарного водопотребления и анализ влагообеспеченности полевых культур

Показатель	Символ, формула	Ед. измерения	Яровая пшеница	Обоснование
1. Суммарное водопотребление за период вегетации	$B = W_o - W_k + O_c$	мм	230	Значения $W_o$ и $W_k$ (содержание влаги в почве в начале и в конце вегетации) приняты исходя из реальных значений, полученных в лабораторных условиях с учетом типа почв
2. Коэффициент водопотребления	$K_b = B / Y_{\phi} \cdot 10$	$\text{м}^3(\text{т})$	575	
3. Ресурс продуктивной влаги	$W_{\pi} = W_o - W_n + O_c$	мм	208	
4. Суммарное водопотребление культурой на планируемый урожай	$B_{\pi} = Y_{\pi} \cdot K_b / 10$	мм	?	
5. Анализ влагообеспеченности	$W_{\pi} > B_{\pi}$	мм	?	

Таким образом, наша система позволит существенно усилить почвозащитную и влагоберегающую функцию системы обработки почвы и фитосанитарное состояние. Прибавка урожайности пшеницы должна окупит привлеченные инвестиции.

### **Задание 2 (10 баллов)**

В районную службу по защите растений поступили сведения о развитии фитофтороза картофеля из всех четырех хозяйств, выращивающих картофель, в т.ч. в 1-м, имеющим площадь 1000 га оно было 40%, во 2-м с площадью 500 га – 59%, в 3-м с площадью 400 га – 30%, в 4-м с площадью 600 га – 10%. Для выбора оптимальной стратегии борьбы с заболеванием необходимо рассчитать средневзвешенный процент развития болезни по району.

**Ответ.**

Поскольку показатель развития болезни (фитофтороза) рассчитывается по формуле, учитывающей не только распространенность (частоту встречаемости) болезни, но и ее качественные показатели, т.е. среднюю интенсивность поражения растений в конкретном хозяйстве, для выяснения фитосанитарной обстановке по району в целом необходимо принять во внимание площади обследуемых полей картофеля.

Средневзвешенный процент развития фитофтороза по району составляет 35% и должен быть рассчитан следующим образом, как сумма произведений площади и соответствующего ей процента развития болезни, деленной на общую обследуемую площадь всех хозяйств:

$$(1000 \times 40 + 500 \times 59 + 400 \times 30 + 600 \times 10) / (1000 + 500 + 400 + 600) = 35\%.$$

### **Задание 3 (10 баллов)**

В результате обследования посевов перца было выявлено повреждение растений (Рисунок 2)

1. Дайте подробное описание симптомов повреждения растений.
2. Установите возможные причины повреждения.
3. Какие происходят нарушения конкретных процессов жизнедеятельности растений.
4. Проведите анализ возможного влияния этого повреждения на продуктивность и качество урожая.

5. Предложите агротехнические мероприятия по снижению отрицательного действия повреждения.

Подумайте и напишите, как предотвратить подобные повреждения



Рисунок 1



Рисунок 2

### Ответ

1. Симптомы повреждения растений:
  - задержка роста и развития
  - скручивание листьев
  - побурение листовых пластинок, развивающееся с краев
  - отмирание краев листьев (краевые некрозы).
2. Возможная причина – повреждение гербицидами в результате сноса ветром при обработке других полей или накопления гербицида в почве от предшествующих культур и при запоздалой довсходовой обработке.
3. Происходят нарушения фотосинтеза, ростовых процессов, задержка развития.
4. Эти повреждения приводят к уменьшению площади листового аппарата и его фотосинтетической активности, задержки формирования продуктивных частей, что наверняка снизит урожайность. Очень возможно также нарушение процессов формирования плодов, не исключено накопление в них гербицидов, что отразится на качестве продукции.
5. Снизить отрицательное действие, в какой-то мере можно за счет усиления ростовых процессов путем внесения удобрений, в первую очередь азотных, орошения, рыхления почвы, применения антистрессовых препаратов.

Учитывая высокую чувствительность пасленовых культур и в том числе перца к гербицидам, необходим строгий подбор предшественников с учетом использования

гербицидов, строгое соблюдение сроков в случае необходимости проведения довсходовой обработки. Обработку соседних полей гербицидами проводить только в безветренную погоду, исключить применение авиации.

#### Задание 4 (10 баллов)

Вы агроном семеновод. Перед вами поставлена задача, ввести рецессивный ген низкостебельности *sd1* в высокостебельный сорт пшеницы, для увеличения доли товарной продукции в общем объеме биологической продуктивности. Планируется прервать насыщение после 2-го беккросса. Рассчитать необходимый объем популяции потомства 2-го беккросса, позволяющий обнаружить в ней с вероятностью 0,95 2 растения требуемого генотипа.

#### Ответ:

Р е ш е н и е:

скрещивание рекуррентного высокостебельного сорта (генотип SdSd) с донором низкостебельности (генотип sdsd): ♀ SdSd × ♂ sdsd.

первый беккросс BC1: ♀ Sdsd × ♂ SdSd;

второй беккросс BC2: ♀ (Sdsd + SdSd) × ♂ SdSd;

далее следует прерывание беккросса – самоопыление (пересев полученных потомств): (3 SdSd + Sdsd); считаем, что выживаемость потомств у гомозиготных и гетерозиготных особей одинакова;

получим:  $[12 \text{ SdSd} + (\text{SdSd} + 2\text{Sdsd} + \text{sdsd})] = (13 \text{ SdSd} + 2\text{Sdsd} + \text{sdsd})$ ;

отсюда теоретическая вероятность искомого генотипа sdsd

$$P = 1/16 = 0,0625.$$

$$0,0625 n^2 - 2 \times 0,0625 [2 + 2 (1 - 0,0625)] \times n + 22 = 0$$

$$0,0039 n^2 - 0,4844n + 4 = 0$$

$$0,4844 \pm \sqrt{0,2346 - 0,0624}$$

$$0,0078$$

$$= 115; 10$$

$$\sqrt{\phantom{x}} = 0,4152$$

корни квадратного уравнения –  $n_1 = 115$  и  $n_2 = 10$ ;

число растений, которое нужно иметь в популяции F<sub>2</sub> – 115 (второй корень не годится, так как 2 растения от 10 соответствуют 0,2, что выше теоретической доли – этот корень относится к правой части доверительного интервала).

Таким образом, объем популяции после пересева потомства 2-го беккрасса, позволяющий обнаружить в ней с вероятностью 0,95 2 растения генотипа sdsd составит 115 растений.

### **Задание 5. Задание от работодателя (30 баллов)**

Элитно-картофелеводческое хозяйство, ведущего производство на пониженных элементах рельефа со средними суглинками получило рекламацию от покупателя на партию клубней фитофтороустойчивого сорта, отправленных автотранспортом на расстояние 300км через неделю после запоздалой уборки, вынужденной из-за продолжительных и обильных осадков.

Какие претензии могли предъявить покупатели производителю, и какие причины могли вызвать данные неприятные последствия?

#### **Ответ**

Такая ситуация возможна из-за гибели картофеля еще до уборки из-за недостатка воздуха в почве .

#### **Аргументы следующие,**

1. Средние суглинки имеют в подпахотных слоях низкую водопроницаемость, что в условиях продолжительных обильных осадков приводит к заполнению пор аэрации и является типичным на пониженных элементах рельефа.

2. Запоздалая уборка усугубила положение, но не внесла качественных изменений. Если бы картофель был поврежден фитофторой, это стало бы обнаружено визуально при сортировке и упаковке.

Покупатели могли потребовать вернуть деньги, за картофель с учетом транспортных расходов, поскольку производители семенного картофеля не выполнили важного агротехнического требования – они не соблюли период карантина (хранение после уборки до 3недель) для выявления и отделения больных и начавших гнить мертвых клубней.

**Задания заключительного этапа**  
**по направлению «Агропромышленный комплекс (Агрономия)»**  
**Вариант 2**

Категория участия: **«Бакалавриат»**

Время выполнения задания – **180 мин.**, язык выполнения работы – **русский.**

*Заключительный этап состоит из пяти заданий.*

**Задание 1 (40 баллов)**

Для предприятия в Центральном регионе РФ разработайте систему мероприятий по повышению плодородия, агроэкономической эффективности и устойчивости производства сои в звене кукуруза-соя, если за последние 30 лет истощение ресурсов среднесуглинистой серой лесной неэрозионной почвы в пахотном слое 0-24см составило: по гумусу- 0,2 %, P2O5- 4мг/100 г, K2O -6мг енение обработки почвы и традиционных средств защиты изменило фитосанитарное состояние посевов : количество сорняков в обследованных посевах кукурузы стало составлять 115шт/м<sup>2</sup> (81 малолетние двудольные, 26 однодольные, 3 –многолетние двудольные и 5многолетние однодольные). В посевах сои засоренность снижалась по малолетним в 1,5 а многолетним-2 раза. Пораженность болезнями : составляла : церкоспорозом 5%, ризоманией 12%. Вредителей (клубеньковый долгоносика, луговой мотылек ) регистрировали соответственно 20.0 и 3,0 шт на 1 м<sup>2</sup>

**Ответ**

**Расчет баланса органического вещества (по углероду) почвы для сои**

**1.Определить вынос азота с урожаем, кг/га**

$$N=Y \times B \times K_1 \times K_2$$

где N –вынос азота с урожаем кг/га; Y –урожай культуры в т/га;

B – вынос азота культурой на 1т урожая основной продукции с учетом побочной; K<sub>1</sub> – поправочный коэффициент на почву; K<sub>2</sub> поправочный коэффициент на культуру

$$N=3,0 \times 33(\text{с учетом азотофиксации сои (50\%)}) \times 1,0 \times 1,2=118,8\text{кг/га}$$

**2.Выносятся из почвы (50%), кг/га**

$$118,8:2=59,4\text{кг/га}$$



**3.Определить минерализацию гумуса, кг/га (соотношение N:C в гумусе 1:10)**  
 $59,4\text{кг/га} \times 10 = 594 \text{ кг/га}$

**4.Определить количество растительных остатков, ц/га (ур. регрессии для сои  $Y=0,17X+23,8$ )**

$$Y=0,17 \times 30 + 23,8 = 28,9 \text{ ц/га}$$

**5.Определить гумификацию из растительных остатков, кг/га**

$$28,9 \times 100 \times 0,45 (\text{углерод в растительных остатках}) \times 0,25 (\text{коэффициент гумификации}) = 325,1 \text{ кг/га}$$

**6.Расчитать нетто-баланс (разность между гумификацией и минерализацией)**

$$325,1 - 594 = -268 \text{ кг/га}$$

Для восстановления бездефицитного баланса органического вещества (-268кг) почвы в севооборотном звене (кукуруза-соя), необходимо под кукурузу дополнительно внести 8 т/га навоза

**Расчет норм минеральных удобрений на урожай(3т/га) сои, кг.**

Показатели	$P_2 O_5$	$K_2 O$
1.Вынос 1ц товарной продукции	1,6	2,0
2.Вынос урожаем	48	60
3.Содержание в почве: на кг/га (умножаем на коэф.30)	120	180
4.Коэффициент использования из почвы	0,1	0,14
5.Потребление из почвы	12	25,2
6.Вносится (под предшественник) с навозом	12,5	25
7. Коэффициент использования из	0,5	0,8

навоза		
8. Потребление из навоза	6,25	20
Внесено с мин. удобр. (32 –р, 48-к с учет к исп.	16	38
Всего имелось под урожай	34	83
9.Дефицит/ (избыток) с учетом коэффициента использования из мин. уд.Р-50, К-80%	-14	+23

Таким образом, чтобы обеспечить устойчивое производство сои в звене севооборота (кукуруза – соя) без снижения плодородия почвы необходимо увеличить внесение фосфорных удобрений с учетом коэффициента использования 50% 28кг дв.га. При наличии инвестиций необходимо восстановить уровень плодородия путем дополнительного внесения фосфорных удобрений 5х90 -450кг. Это количество можно планировать на 25-30лет.

## **2. Особенности в системе мероприятий по возделыванию сои**

В условиях кислой среды ( $pH_{\text{сол.}} 0,4$ ) ослаблено образование корневых волосков на сое, образуется мало клубеньков, симбиотическая фиксация азота будет понижена, или не будет происходить совсем.

- 1.Известкование (8-10т/га) проводят осенью после уборки предшественника
- 2.При корнеотпрысковым типе засоренности и для заделки извести проводят дискование тяжелыми дисковыми боронами. После уборки предшественника также применяют глифосатные гербициды по всходам сорняков
- 3.Далее проводят вспашку на гл. не менее 20см
- 4.После уборки предшественника под сою вносят фосфорно-калийные удобрения. Если осенью почву известковали, фосфорные удобрения следует внести весной под культивацию. При внесении по извести часть фосфора

переходит в недоступную форму. Азотные удобрения под сою применять не следует

5. Для уничтожения малолетних зимующих и яровых сорняков по мере наступления физической спелости почвы в системе предпосевной обработки проводят сплошную культивацию на глубину 4-6 см

6. Для борьбы с болезнями семена сои заблаговременно, за 1,5-2 месяца до посева, протравливают – фентиурамом, или препаратами на базе бенонила, не угнетающими клубеньковых бактерий.

### **Задание 2 (10 баллов)**

Рассчитайте экономический порог вредоносности вредителя (особи/м<sup>2</sup>) для 5% уровня сохраненного урожая, если в варианте с инсектицидной обработкой численность вредителя составила 5 особей/1м<sup>2</sup>, урожайность – 21 ц/га; в варианте без инсектицидной обработки численность вредителя составила 54 особи/1м<sup>2</sup>, урожайность – 15 ц/га.

#### **Ответ.**

Расчет ЭПВ проводят по формуле  $ЭПВ_{5\%} = Y \cdot Ч / 20 \cdot C$ , где C – прибавка урожая в результате защитных мероприятий (т.е.  $21 - 15 = 6$  ц/га), Ч – численность уничтоженных вредителей конкретного вида ( $54 - 5 = 49$  особей), Y – урожай на обработанном участке (21 ц/га):

$$ЭПВ = (21 \cdot 49) / 20 \cdot 6 \approx 8,6 \text{ особей на } 1\text{м}^2$$

### **Задание 3 (10 баллов)**

В результате обследования посевов перца было выявлено повреждение растений (Рисунок 2)

1. Дайте подробное описание симптомов повреждения растений.
2. Установите возможные причины повреждения.
3. Какие происходят нарушения конкретных процессов жизнедеятельности растений.

4. Проведите анализ возможного влияния этого повреждения на продуктивность и качество урожая.
5. Предложите агротехнические мероприятия по снижению отрицательного действия повреждения.

Подумайте и напишите, как предотвратить подобные повреждения



Рисунок 1



Рисунок 2

### Ответ

1. Симптомы повреждения растений:
  - задержка роста и развития
  - скручивание листьев
  - побурение листовых пластинок, развивающееся с краев
  - отмирание краев листьев (краевые некрозы).
2. Возможная причина – повреждение гербицидами в результате сноса ветром при обработке других полей или накопления гербицида в почве от предшествующих культур и при запоздалой довсходовой обработке.
3. Происходят нарушения фотосинтеза, ростовых процессов, задержка развития.
4. Эти повреждения приводят к уменьшению площади листового аппарата и его фотосинтетической активности, задержки формирования продуктивных частей, что наверняка снизит урожайность. Очень возможно также нарушение процессов формирования плодов, не исключено накопление в них гербицидов, что отразится на качестве продукции.
5. Снизить отрицательное действие, в какой-то мере можно за счет усиления ростовых процессов путем внесения удобрений, в первую очередь азотных, орошения, рыхления почвы, применения антистрессовых препаратов.

Учитывая высокую чувствительность пасленовых культур и в том числе перца к гербицидам, необходим строгий подбор предшественников с учетом использования гербицидов, строгое соблюдение сроков в случае необходимости проведения довсходовой обработки. Обработку соседних полей гербицидами проводить только в безветренную погоду, исключить применение авиации.

#### Задание 4 (10 баллов)

Нужно придать отцовской линии в простом гибриде кукурузы восстановительную способность. Для этого нужно ввести два гена, оказывающие комплементарное действие  $Rf_1$  и  $Rf_2$ . Генотипы линии  $rf_1rf_1rf_2rf_2$ . Генотип донора  $Rf_1Rf_1Rf_2Rf_2$ . Гены не сцеплены. Сколько растений должно быть в популяции после 1-го беккрасса, чтобы с вероятностью 0,95 в ней оказались 10 растений, обладающих восстановительной способностью.

#### Ответ:

скрещивание (гены не сцеплены):

$$\text{♀ } rf_1rf_1rf_2rf_2 \times \text{♂ } Rf_1Rf_1Rf_2Rf_2$$

в  $F_1$  –  $Rf_1rf_1Rf_2rf_2$ ;

первый беккросс BC1:  $\text{♀ } Rf_1rf_1Rf_2rf_2 \times \text{♂ } rf_1rf_1rf_2rf_2 \rightarrow$

$$Rf_1rf_1Rf_2rf_2 + Rf_1rf_1rf_2rf_2 + rf_1rf_1Rf_2rf_2 + rf_1rf_1rf_2rf_2$$

теоретическая доля требуемого генотипа  $Rf_1rf_1Rf_2rf_2$

$$p=0,25$$

$$0,25^2n^2 - 2 \cdot 0,25[10 + 2(1 - 0,25)]n + 10^2 = 0 \quad 0,0625n^2 - 5,75n + 100 = 0$$

$$\frac{5,75 \pm \sqrt{33,0625 - 25}}{0,125} = 69; 23 \quad \sqrt{\quad} = 2,8395$$

корни квадратного уравнения –  $n_1 = 69$  и  $n_2 = 23$ ;

число растений, которое планируется отобрать, – 10;

число растений, которое нужно иметь в популяции  $F_2$  – 69 (второй корень не годится, так как 10 растения от 23 соответствуют 2,3, что выше теоретической доли – этот корень относится к правой части доверительного интервала).

Таким образом, объем популяции после 1-го беккрасса, чтобы с вероятностью 0,95 в ней оказались 10 растений, обладающих восстановительной способностью с генотипом  $Rf_1rf_1Rf_2rf_2$  составит 69 растений.

### **Задание 5. Задание от работодателя (30 баллов)**

Элитно-картофелеводческое хозяйство, ведущего производство на пониженных элементах рельефа со средними суглинками получило рекламацию от покупателя на партию клубней фитофтороустойчивого сорта, отправленных автотранспортом на расстояние 300км через неделю после запоздалой уборки, вынужденной из-за продолжительных и обильных осадков.

Какие претензии могли предъявить покупатели производителю, и какие причины могли вызвать данные неприятные последствия?

#### **Ответ**

Такая ситуация возможна из-за гибели картофеля еще до уборки из-за недостатка воздуха в почве .

#### **Аргументы следующие,**

1. Средние суглинки имеют в подпахотных слоях низкую водопроницаемость, что в условиях продолжительны обильных осадков приводит к заполнению пор аэрации и является типичным на пониженных элементах рельефа.

2. Запоздалая уборка усугубила положение, но не внесла качественных изменений. Если бы картофель был бы поврежден фитофторой, это стало бы обнаружено визуально при сортировке и упаковке.

Покупатели могли потребовать вернуть деньги, за картофель с учетом транспортных расходов, поскольку производители семенного картофеля не выполнили важного агротехнического требования – они не соблюли период карантина (хранение после уборки до 3недель) для выявления и отделения больных и начавших загнивать мертвых клубней.