

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Шитикова Александра Васильевна  
Должность: И.о. директора института агробιοтехнологии  
Дата подписания: 18.04.2024 15:01:07  
Уникальный программный ключ:  
fcd01ecb1fdf76898cc51f245ad12c3f716ce658

УТВЕРЖДАЮ:  
И.о. директора института биотехнологии  
Шитикова А. В./  
« 18 сентября 2023 г.

**Лист актуализации рабочей программы дисциплины**  
**«Б1. В.04 Стресс-физиология»**  
индекс по учебному плану, наименование

для подготовки магистров

Направление: 35.04.04 «Агрономия»

Направленность: «Фитотехнологии и биопродукционные системы»

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2019

Курс 1

Семестр 2

В рабочую программу вносятся следующие изменения на 2023 год начала подготовки:

- 1) В аннотацию добавляется фраза «в том числе практическая подготовка – 4 часа»
- 2) В таблицы 2, 3, 4 добавляется фраза «в том числе практическая подготовка – 4 часа».

Разработчики: Копкин Е.И., д.б.н., профессор; Панфилова О.Ф., к.с.-х.н., доцент  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

О.Ф. Панфилова  
28 августа 2023 г.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры физиологии растений протокол № 1 от «01» сентября 2023 г.

Заведующий кафедрой И.Г. Тараканов /Тараканов И.Г./

Лист актуализации принят на хранение:


Заведующий выпускающей кафедрой физиологии растений

И.Г. Тараканов  
« 18 » сентября 2023 г.



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –  
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»  
(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Факультет агрономии и биотехнологии  
Кафедра физиологии растений

УТВЕРЖДАЮ:  
И. о. декана факультета агрономии и биотехнологии  
 В.И. Леунов  
«26» марта 2020 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.04 Стресс-физиология**

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки магистров

ФГОС ВО

Направление 35.04.04 Агрономия

Направленность (профиль): Фитотехнологии и биопродукционные системы

Курс 1

Семестр 2

Форма обучения Очная

Год начала подготовки 2019

Регистрационный номер \_\_\_\_\_

Москва, 2020

Разработчики Кошкин Е.И., д.б.н., профессор

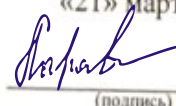


Панфилова О.Ф., к.с.-х.н., доцент



«21» марта 2020 г.

Рецензент: Лазарев Н.Н., д.с.-х.н., профессор  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)



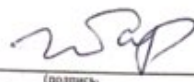
(подпись)

«24» марта 2020 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, по направлению подготовки 35.04.04 «Агрономия» и учебного плана

Программа обсуждена на заседании кафедры физиологии растений протокол № 9 от «24» марта 2020 г.

Зав. кафедрой Тараканов И.Г., д.б.н., профессор  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

«24» марта 2020 г.

**Согласовано:**

Председатель учебно-методической комиссии факультета агрономии и биотехнологии

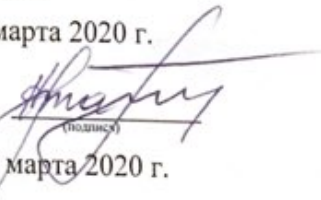
Лазарев Н.Н., д.с.-х.н., профессор  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

«24» марта 2020 г.

Заведующий выпускающей кафедрой земледелия и методики опытного дела Мазиров М.А., д.б.н., профессор  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)



«24» марта 2020 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ



(подпись)

Бумажный экземпляр РПД, копии электронных вариантов РПД и оценочных материалов получены:

Методический отдел УМУ

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>АННОТАЦИЯ .....</b>	<b>4</b>
<b>1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>4</b>
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ .....</b>	<b>5</b>
<b>3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....</b>	<b>5</b>
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>7</b>
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ .....	7
ПО СЕМЕСТРАМ .....	7
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	7
4.3 ЛЕКЦИИ, ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ .....	9
<b>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....</b>	<b>11</b>
<b>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>12</b>
6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	12
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ .....	16
<b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>16</b>
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	16
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	17
7.3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ .....	17
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.</b>
<b>9. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....</b>	<b>ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.</b>
<b>10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>18</b>
Виды и формы отработки пропущенных занятий .....	19
<b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>19</b>

## АННОТАЦИЯ

рабочей программы учебной дисциплины Б1.В.04 «Стресс-физиология» для подготовки магистра по направлению 35.04.04 «Агрономия» направленности «Фитотехнологии и биопродукционные системы»

**Цель освоения дисциплины:** Освоение современных научных достижений в области стресс-физиологии растений, возможностей сельскохозяйственных культур адаптироваться к неблагоприятным условиям среды, приобретение навыков действия в нестандартных ситуациях, защиты растений от неблагоприятных факторов, использования экологически безопасных и экономически эффективных систем предотвращения стрессовых условий.

**Место дисциплины в учебном плане:** Блок Б1.В.04: вариативная часть, обязательная дисциплина, 2 семестр.

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: УК-1.2, ПК<sub>ос</sub> - 4.1, ПК<sub>ос</sub>-7.1, ПК<sub>ос</sub>-7.2.

### **Краткое содержание дисциплины:**

Основная задача учебной дисциплины – освоение теоретических и практических знаний в области физиологии стресса сельскохозяйственных культур. Дисциплина изучает современные достижения стресс-физиологии растений, методы оценки физиологического состояния растений, прогноза последствий опасных для сельского хозяйства метеорологических явлений.

Действие каждого стресс-фактора представлено как с позиции его повреждающего эффекта, так и с точки зрения ответных реакций организма, направленных на формирование механизмов адаптации, которые помогают преодолевать или избегать неблагоприятных воздействий. Рассматриваются вопросы адаптации растений к осмотическому стрессу, гипо- и гипертермии, недостатку влаги и засолению, уплотнению почвы, загрязнению атмосферы и корнеобитаемой среды.

**Общая трудоемкость дисциплины:** 108 часов (3 зач. ед.).

**Промежуточный контроль:** зачет.

### **1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Освоение современных научных достижений в области стресс-физиологии растений, возможностей сельскохозяйственных культур адаптироваться к неблагоприятным условиям среды, приобретение навыков действия в нестандартных ситуациях, защиты растений от неблагоприятных факторов, использования экологически безопасных и экономически эффективных систем предотвращения стрессовых условий.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ**

Дисциплина «Стресс-физиология» включена в вариативную часть обязательных дисциплин. Дисциплина «Стресс-физиология» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 35.04.04 «Агрономия».

Изучение дисциплины «Стресс-физиология» базируется на знаниях предшествующих курсов: «Методология научных исследований в физиологии и биохимии растений», «Инновационные технологии в агрономии», «Инновационные технологии в земледелии», «Системный подход в биологии», «Физиолого-биохимические основы формирования качества урожая, созревания и хранения с/х продукции».

Дисциплина «Стресс-физиология» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Системы интенсивного культивирования растений». Особенностью дисциплины является то, что физиология растений служит теоретической основой рационального выращивания и хранения растениеводческой продукции. Достижения физиологии растений позволяют расширить возможности получения высококачественной продукции растениеводства.

Рабочая программа дисциплины «Стресс-физиология» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

## **3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице 1.

## Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
			знать	уметь	владеть
1.	УК-1.2	Осуществляет поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации	современную информацию по проблеме действия стрессовых факторов на сельскохозяйственные культуры	анализировать доступные источники информации по проблеме действия стрессовых факторов на сельскохозяйственные культуры	навыками поиска вариантов снижения негативного действия факторов среды на основе доступных источников информации
2.	ПК <sub>∞</sub> -4.1	Знает биологические и хозяйственные особенности сельскохозяйственных и впервые domestцируемых растений как основы для разработки технологий их культивирования	биологические и хозяйственные особенности сельскохозяйственных и впервые domestцируемых растений как основы для разработки технологий их культивирования	анализировать и оценивать биологические и хозяйственные особенности сельскохозяйственных и впервые domestцируемых растений как основы для разработки технологий их культивирования	навыками разработки технологий культивирования сельскохозяйственных и впервые domestцируемых растений на основе их биологических и хозяйственных особенностей
3.	ПК <sub>∞</sub> -7.1	Владет приемами расчета агрономической, энергетической и экономической эффективности внедрения инновации	приемы расчета агрономической, энергетической и экономической эффективности внедрения инновации	оценивать агрономическую и экономическую эффективность производств сельскохозяйственной продукции в данных почвенно-климатических условиях;	навыками профессионального использования инновационных процессов в агропромышленном комплексе при проектировании и реализации экологически безопасных технологий производства продукции растениеводства;
4.	ПК <sub>∞</sub> -7.2	Умеет критически оценить достоинства и недостатки исследуемых агротехнических приемов и технологий и повысить их эффективность	достоинства и недостатки исследуемых агротехнических приемов и технологий и возможности повысить их эффективность	осуществлять систематический контроль за физиологическим состоянием посевов и критически оценить достоинства и недостатки исследуемых агротехнических приемов и технологий	навыками разработки агротехнических мероприятий, обеспечения экологически безопасностью агроландшафтов при возделывании сельскохозяйственных культур;

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. (108 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице 2.

Таблица 2

#### Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час.	в т.ч. Семестр № 2
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>32,25</b>	<b>32,25</b>
<b>Аудиторная работа</b>	<b>32,25</b>	<b>32,25</b>
<i>лекции (Л)</i>	4	4
<i>практические работы (ПР)</i>	28	28
<i>консультации перед экзаменом</i>		
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,25	0,25
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>75,75</b>	<b>75,75</b>
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим занятиям)</i>	66,75	66,75
<i>Подготовка к зачету</i>	9	9
Вид промежуточного контроля:	Зачет	

### 4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

#### Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПР	ПКР	
Введение Раздел 1. Общие принципы адаптации. Окислительный стресс	26	2	4		20
Раздел 2. Атмосфера как источник стрессовых воздействий	34	2	10		22
Раздел 3. Корнеобитаемая среда как источник стресса	47,75		14		33,75
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,25			0,25	
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>108</b>	<b>4</b>	<b>28</b>	<b>0,25</b>	<b>75,75</b>



## **Введение Цели, задачи и план освоения дисциплины**

### **Раздел 1. Общие принципы адаптации. Окислительный стресс**

**Тема 1.** Механизмы стресса. Адаптационные стратегии растений.

1. Общие понятия. Стресс, адаптация, устойчивость.
2. Стратегии адаптации к условиям среды: филогенетические, онтогенетические, срочные.
3. Механизмы генетической, мембранной, трофической и гормональной регуляции функционирования растений при стрессовых воздействиях.

**Тема 2.** Окислительный стресс и антиоксидантные системы

1. Характеристика активных форм кислорода.
2. Природа и защитная роль антиоксидантных систем.

### **Раздел 2. Атмосфера как источник стрессовых воздействий**

**Тема 3.** Газообразные загрязнители атмосферы. Газоустойчивость.

1. Газообразные загрязнители атмосферы, их токсичность для растений.
1. Влияние УФ-радиации на сельскохозяйственные культуры.
2. Влияние повышенных концентраций CO<sub>2</sub> на продуктивность растений.

**Тема 4.** Устойчивость сельскохозяйственных растений к гипер- и гипотермии

1. Жароустойчивость растений. Условия образования и защитное действие белков теплового шока (БТШ).
2. Причины повреждения теплолюбивых культур низкими положительными температурами. Закаливание.
3. Губительное действие мороза и морозостойкость растений.

### **Раздел 3. Корнеобитаемая среда как источник стресса**

**Тема 5.** Влагообеспеченность растений и физические свойства корнеобитаемой среды

1. Действие дефицита воды на растение. Роль аквапоринов в регуляции транспорта воды в условиях засухи.
2. Гипоксия и аноксия. Анатомо-морфологические приспособления у растений в условиях гипоксии.
3. Механизмы клеточной и молекулярной адаптации растений к уплотнению почвы.

**Тема 6.** Минеральный стресс и загрязнение почвы тяжелыми металлами

1. Механизмы поддержания ионного гомеостаза в условиях засоления.

2. Эффективность использования элементов минерального питания сельскохозяйственными культурами.
3. Накопление тяжелых металлов в сельскохозяйственной продукции. Возможности предотвращения.
4. Адаптация к загрязнению почвы тяжелыми металлами.
5. Методы диагностики устойчивости к действию различных стрессоров.

### 4.3 Лекции, практические занятия

Таблица 4

#### Содержание лекций, практических занятий и контрольные мероприятия

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций, практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
1.	<b>Раздел 1. Общие принципы адаптации. Окислительный стресс</b>				<b>6</b>
	Тема 1. Механизмы стресса. Адаптационные стратегии растений	Лекция № 1 Механизмы регуляции функционирования растений при стрессовых воздействиях	ПК <sub>ос</sub> –4.1		2
	Тема 2. Окислительный стресс и антиоксидантные системы	Практическое занятие № 1 Системы регуляции в условиях стресса	ПК <sub>ос</sub> –4.1 ПК <sub>ос</sub> –7.2	Устный опрос	2
		Практическое занятие № 2 Природа и защитная роль антиоксидантных систем	ПК <sub>ос</sub> –7.1	Тестирование	2
2.	<b>Раздел 2. Атмосфера как источник стрессовых воздействий</b>				<b>12</b>
	Тема 3. Газообразные загрязнители атмосферы. Газоустойчивость	Практическое занятие № 3 Газообразные загрязнители атмосферы, действие на растения	УК-4.1 ПК <sub>ос</sub> –7.1	Кейс-задача № 1	2
		Практическое занятие № 4 Влияние УФ- радиации на физиологические и молекулярно-генетические процессы в растениях.	ПК <sub>ос</sub> –4.1	Устный опрос	2
		Практическое занятие № 5 Влияние сочетания повышенных доз УФ-облучения, О <sub>3</sub> и СО <sub>2</sub> на сельскохозяйственные культуры.	ПК <sub>ос</sub> –4.1	Устный опрос	2
	Тема 4. Устойчивость сельскохозяйственных рас-	Лекция № 2 Пониженные температуры и закаливание	ПК <sub>ос</sub> –4.1	Устный опрос	2
		Практическое занятие № 6		Тестирование	

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций, практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
3	тений к гипер- и гипотермии	Повреждающее действие повышенных температур на растение	ПК <sub>ос</sub> –7.1		2
		Практическое занятие № 7 Условия образования и защитное действие белков теплового шока (БТШ).	ПК <sub>ос</sub> –7.1	Тестирование	2
	<b>Раздел 3 Корнеобитаемая среда как источник стресса</b>				<b>14</b>
	Тема 5. Влагообеспеченность растений и физические свойства корнеобитаемой среды	Практическое занятие № 8 Действие дефицита воды на растение и засухоустойчивость	ПК <sub>ос</sub> –4.1	Устный опрос	2
		Практическое занятие № 9 Роль аквапоринов в регуляции транспорта воды в условиях засухи.	ПК <sub>ос</sub> –4.1	Устный опрос	2
		Практическое занятие № 10 Механизмы клеточной и молекулярной адаптации растений к уплотнению почвы.	УК-1.2 ПК <sub>ос</sub> –7.1	Кейс-задача № 2	2
	Тема 6. Минеральный стресс и загрязнение почвы тяжелыми металлами	Практическое занятие № 11 Механизмы адаптации растений к загрязнению почвы тяжелыми металлами	ПК <sub>ос</sub> –7.2	Тестирование	2
		Практическое занятие № 12 Механизмы поддержания ионного гомеостаза в условиях засоления.	ПК <sub>ос</sub> –4.1	Устный опрос	2
		Практическое занятие № 13 Эффективность использования элементов минерального питания сельскохозяйственными культурами.	ПК <sub>ос</sub> –7.2	Тестирование	2
		Практическое занятие № 14 Методы диагностики устойчивости к действию различных стрессоров.	УК-1.2	Интерактивное занятие	2

Таблица 5

**Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины**

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
<b>Раздел 1 Общие принципы адаптации. Окислительный стресс</b>		
1.	Тема 1. Механизмы стресса. Адаптационные стратегии растений	Общие понятия. Стресс, адаптация, устойчивость. Стратегии адаптации к условиям среды: филогенетические, онтогенетические, срочные (УК-1.2)
2.	Тема 2. Окислительный стресс и антиоксидантные системы	Характеристика активных форм кислорода (УК-1.2)
<b>Раздел 2 Атмосфера как источник стрессовых воздействий</b>		
3.	Тема 3. Газообразные загрязнители атмосферы. Газоустойчивость	Влияние УФ-радиации на сельскохозяйственные культуры (ПК <sub>оо</sub> -4.1) Влияние повышенных концентраций CO <sub>2</sub> на продуктивность растений (ПК <sub>оо</sub> -4.1)
4.	Тема 4. Устойчивость сельскохозяйственных растений к гипер- и гипотермии	Губительное действие мороза и морозостойкость растений (ПК <sub>оо</sub> -4.1).
<b>Раздел 3 Корнеобитаемая среда как источник стресса</b>		
5.	Тема 5. Влагообеспеченность растений и физические свойства корнеобитаемой среды	Гипоксия и аноксия. Анатомо-морфологические приспособления у растений в условиях гипоксии (ПК <sub>оо</sub> -4.1)
6.	Тема 6 Минеральный стресс и загрязнение почвы тяжелыми металлами	Накопление тяжелых металлов в сельскохозяйственной продукции. Возможности предотвращения (ПК <sub>оо</sub> -4.1)

**5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Таблица 6

**Применение активных и интерактивных образовательных технологий**

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий (форм обучения)
1.	Методы диагностики устойчивости к действию различных стрессоров	ПЗ	Научно-исследовательский семинар с разбором конкретных ситуаций

## **6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности**

#### **Примерные контрольные задания и вопросы к устному опросу**

1. Дайте классификацию стрессоров.
2. Какой фактор можно назвать стрессорным?
3. Какие физиолого-биохимические изменения происходят в растениях при действии стрессоров?
4. Что такое адаптация?
5. Что такое биологическая и агрономическая устойчивость?
6. Какие стратегии устойчивости сформировались у растений в ходе эволюции?
7. В чем состоит избегание неблагоприятных условий у растений?
8. В какие периоды онтогенеза растения наиболее чувствительны к повреждающим воздействиям?
9. Перечислите основные типы рецепторов, осуществляющие восприятие (рецепцию), передачу и преобразование (трансдукцию) внешних сигналов.
10. Охарактеризуйте виды и системы надежности живых систем. Как образуется стратосферный и тропосферный озоновый слой?
11. В чем состоит негативное действие озона на физиологические процессы и клеточные структуры растения?
12. Какую роль играет этилен в передаче сигнала при действии повышенных концентраций озона?
13. Какие растения обладают большей газоустойчивостью?
14. Какое воздействие оказывает повышенная температура на физиологические процессы?
15. Как влияет повышенная температура на фотосинтез и дыхание?
16. Какие приспособления к действию повышенных температур сформировались у растений в ходе эволюции?
17. Охарактеризуйте систему белков теплового шока.
18. Какое физиологическое значение имеет усиление интенсивности дыхания в ответ на действие засухи?
19. Как изменяется концентрация и соотношение гормонов у растений во время засухи?
20. Какое значение имеет торможение роста побегов в условиях засухи?
21. Что может быть причиной затопления растений? Как влияет избыточное количество воды в почве на растение?

22. Какова роль этилена и ионов кальция в выживании растений при гипоксии?
23. От чего зависит чувствительность растений к солям?
24. Как влияют тяжелые металлы на рост растений?
25. В каких частях клетки происходит компартментация тяжелых металлов?

### **Примерные контрольные задания к тестированию**

1. Фактор, способный вызвать в организме повреждение или даже привести к гибели, называют ...
  1. критическим
  2. летальным
  3. стрессорным
  4. биотическим
  
2. Надежность живых систем, характеризующую высокую степень безотказности функционирования отдельных систем клетки называют ...
  1. стабилизирующей
  2. восстанавливающей
  3. адаптационной
  
3. Водорастворимыми антиоксидантами являются ...
  1. токоферолы
  2. каротиноиды
  3. глутатион, аскорбат
  4. ретинол и токоферолы
  
4. Флавоноиды являются антиоксидантами \_\_\_\_\_ природы.
  1. водорастворимой
  2. полифенольной
  3. изопреновой
  4. жирорастворимой
  
5. Общими признаками повреждения растений токсическими газами является ...
  1. некроз листьев и их дальнейшее отмирание
  2. образование бурых пятен на стеблях
  3. пожелтение листьев нижнего яруса
  4. пожелтение листьев верхнего яруса
  
6. В индукции и запуске защитной программы растений против негативного действия озона важную роль играет ...
  1. этилен
  2. ауксин
  3. пролин
  4. гиббереллин

7. При неблагоприятных условиях в растениях возрастает содержание . . .
1. ауксинов
  2. пролина
  3. жиров
  4. витаминов
8. Низкомолекулярные белки теплового шока, присоединение которых к полипептиду делает этот полипептид мишенью для разрушения протеазами называются...
1. шапероны
  2. аквапорины
  3. убиквитины
  4. лектины
9. Остаточным водным дефицитом считается ...
1. полуденный
  2. вечерний
  3. полуночный
  4. утренний
10. Затопление почвы затрудняет поглощение воды растением вследствие...
1. недостатка минеральных веществ
  2. снижения интенсивности транспирации
  3. подкисления почвенного раствора
  4. ухудшения аэрации

### **Примерный перечень заданий и вопросов к дискуссии интерактивного практического занятия**

1. Проанализируйте современные методы определения газообмена листа, возможность их использования для оценки эффективности использования воды растениями.
2. В чем состоят преимущества инфракрасного газоанализатора для определения газообмена листа?
3. Проанализируйте полученные параметры газообмена листьев растений, выращенных в разных условиях влагообеспеченности.
4. Сравните полученные данные с известными по исследованиям других авторов.
5. Проанализируйте, какая возможна связь параметров газообмена листьев и эффективности регулирования транспирации посева.
6. Проанализируйте параметры водного обмена растений в условиях водного дефицита.
7. Сравните методы определения транспирационного коэффициента и коэффициента водопотребления. Какой показатель лучше использовать в полевых условиях.

### **Примерный перечень вопросов и заданий к зачету по дисциплине**

1. Охарактеризуйте действующие на растения стрессоры.
2. Охарактеризуйте неспецифические ответные реакции клетки на повреждающие воздействия, достигшие пороговой силы.
3. Перечислите и охарактеризуйте адаптационные механизмы устойчивости.
4. Какие низкомолекулярные вещества являются универсальными протекторами?
5. Охарактеризуйте способы обеспечения надежности на молекулярном уровне биологической организации.
6. Охарактеризуйте способы обеспечения надежности на клеточном уровне биологической организации.
7. Охарактеризуйте способы обеспечения надежности на организменном уровне биологической организации.
8. Как функционируют системы регуляции в условиях стресса?
9. Охарактеризуйте механизмы рецепции внешних сигналов.
10. Проанализируйте механизмы гормональной регуляции функционирования растений при стрессовых воздействиях.
11. Проанализируйте механизмы трофической регуляции функционирования растений при стрессовых воздействиях.
12. Охарактеризуйте механизмы мембранной регуляции функционирования растений при стрессовых воздействиях.
13. Проанализируйте механизмы генетической регуляции функционирования растений при стрессовых воздействиях.
14. Какие факторы способствуют образованию в клетке активных форм кислорода?
15. В чем состоит защитная роль антиоксидантных систем?
16. Какую роль в защите от окислительного стресса играют каротиноиды и флавоноиды?
17. В чем состоит влияние газообразных загрязнителей атмосферы на физиологические процессы?
18. В чем состоит негативное действие озона на растения?
19. Как реагируют сельскохозяйственные растения на повышение концентрации  $\text{CO}_2$  в атмосфере?
20. Охарактеризуйте защитное действие БТШ от действия высоких температур.
21. Как проявляется высокотемпературный стресс на разных этапах онтогенеза растений?
22. Охарактеризуйте причины повреждения теплолюбивых культур низкими положительными температурами.
23. Какие анатомо-морфологические приспособления возникают у растений в условиях гипоксии?



24. Проанализируйте влияние на растение разных типов засоления почвы.
25. Что называют гидравлическим сигналом и какова его роль в передаче информации о водном потенциале почвы?
26. Какие процессы, происходящие во время засухи, подготавливают возвращение растения в нормальное состояние после начала дождей или полива?
27. Проанализируйте механизмы клеточной и молекулярной адаптации растений к уплотнению почвы.
28. Проанализируйте механизмы адаптации растений к загрязнению почвы тяжелыми металлами.
29. Проанализируйте механизмы адаптации растений к водному стрессу.
30. Какие методы могут быть использованы для диагностики устойчивости к действию различных стрессоров?

## 6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

### Критерии оценивания результатов обучения

Промежуточный контроль – зачет.

Таблица 7

#### Критерии оценивания результатов обучения

Оценка	Критерии оценивания
Зачет	Заслуживает студент, освоивший знания и умения без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Незачет	Пропуски занятий, многие учебные задания либо не выполнены, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, практические навыки не сформированы.

Для допуска к зачету студенту необходимо иметь положительные оценки по текущей успеваемости. При отличном выполнении заданий текущего контроля студент освобождается от устного зачета.

Студенты, не получившие зачет в установленное время, по различным причинам, могут ликвидировать задолженности в течение двух недель после окончания сессии при условии наличия соответствующего допуска, выданного деканатом.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1 Основная литература

1. Кошкин Е.И. Физиология устойчивости сельскохозяйственных культур /Е.И. Кошкин. – М.: Дрофа, 2010. – 638 с.
2. Кошкин Е.И. Физиологические основы селекции растений /Е.И. Кошкин.

– М.: АРГАМАК-МЕДИА, 2014. – 392 с.

## 7.2 Дополнительная литература

1. Кошкин Е.И. Патофизиология сельскохозяйственных культур. – М.: ООО «РГ-пресс», 2016. – 304 с.
2. Кузнецов В. В., Дмитриева Г. А. Физиология растений. - М.: Высшая школа, 2005. – 736 с.
3. Панфилова О.Ф., Пильщикова Н.В. Физиологические основы прецизионного растениеводства. – М.: ООО «Реарт», 2018. – 96 с.

## 7.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

1. Панфилова О.Ф. Методические указания по дисциплине «Физиология и биохимия растений» – М.: РГАУ-МСХА, 2016.
2. Панфилова О.Ф., Пильщикова Н.В. Современная литература по физиологии и биохимии растений. – М.: Издательство РГАУ-МСХА, 2013. – 39 с.

## 8. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

1. [www.ippras.ru](http://www.ippras.ru) Журнал «Физиология растений» (открытый доступ)
2. [www.agrobiology.ru](http://www.agrobiology.ru) Журнал «Сельскохозяйственная биология» (открытый доступ)
3. [www.cnshb.ru](http://www.cnshb.ru) Библиотека ВАСХНИЛ (открытый доступ)
4. [www.library.ru](http://www.library.ru) Научная электронная библиотека (открытый доступ)

## 9. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Таблица 8

### Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	2
Учебный корпус № 12 320 учебная аудитория для проведения лабораторных занятий	1. Столы лабораторные 12 шт. 2. Табуреты 15 шт. 3. Доска меловая 1 шт. 4. Водяная баня ПЭ 4300 1 шт. 5. Фотоэлектрориметр ФЭК-56 6. Весы лабораторные 2 шт.
Учебный корпус № 12 323 учебная аудитория для проведения лабораторных занятий	1. Столы лабораторные 12 шт. 2. Табуреты 15 шт. 3. Доска меловая 1 шт. 4. Водяная баня ПЭ 4300 1 шт. 5. Фотоэлектрориметр ФЭК-56 6. Весы лабораторные 2 шт.

Учебный корпус № 12 326 учебная аудитория для проведения лабораторных занятий	1 Столы лабораторные 12 шт. 2. Табуреты 15 шт. 3. Доска меловая 1 шт. 4. Водяная баня ПЭ 4300 1 шт. 5 Фотоэлектродиметр ФЭК-56 1 шт. 6. Весы лабораторные 2 шт.
Учебный корпус № 12 325 учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, выполнения ВКР	1. Столы 12 шт. 2. Табуреты 20 шт. 3. Доска меловая 1 шт. 4. Видеопроектор 3500 Лм 1 шт. 5. Системный блок с монитором 1 шт.
Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова, Читальные залы библиотеки	Столы, стулья, системный блок с монитором
Общежитие, Комната для самоподготовки	Столы, стулья, системный блок с монитором

## 10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Самостоятельная работа должна быть направлена на углубленное изучение актуальных проблем стресс-физиологии, последних достижений науки и возможностей их практического использования.

Растительный организм необходимо рассматривать как совокупность систем различной степени сложности – от клетки до фитоценоза. Особое внимание обратите на формирование адаптации и устойчивости в ходе эволюции. Необходимо получить прочные знания и глубокое понимание того, что именно белкам принадлежит ведущая роль в функционировании растительного организма, реакции на внешние воздействия. Подробнее необходимо остановиться на мембранах как носителях ионного и молекулярного порядка в клетке, их интегрирующей роли в целостном растении. Заслуживает пристального изучения продукционный процесс фитоценозов. В настоящее время появилась возможность количественно оценить энергетические затраты растения на рост и поддержание функционально активного состояния уже сформированных структур в конкретных условиях действия стрессоров.

Большое значение имеют вопросы эндогенной регуляции, зависимости энергетического и пластического обмена от напряженности факторов среды. Среди них ведущую роль играют свет и влагообеспеченность растений. Посевы являются сложными фотосинтетическими системами, эффективность функционирования которых во многом зависит от густоты стояния растений, их архитектуры.

Большое практическое значение имеют вопросы экологической регуляции онтогенеза, возможности управления развитием растений.

При изучении вопросов адаптации и устойчивости растений к действию неблагоприятных факторов среды необходимо рассмотреть их влияние на физиологическое состояние растений, обратить внимание на защитно-приспособительные реакции, условия, в которых они реализуются. Освоить методы экспресс-диагностики состояния растений и пути повышения их устойчивости.

Изучая дисциплину, необходимо не упускать из вида, что растение – это сложная саморегулирующаяся адаптивная система, все элементы которой взаимосвязаны. Только изучив закономерности влияния стрессовых факторов на растение можно управлять функционированием фитоценоза в меняющихся условиях среды.

### **Виды и формы отработки пропущенных занятий**

Магистрант, пропустивший практическое занятие, самостоятельно готовит данную тему и во внеурочное время сдает ее путем собеседования с преподавателем.

## **11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

При преподавании курса необходимо ориентироваться на современные образовательные технологии путем использования группового способа работы и дебатов на практических занятиях. Реализация компетентного подхода должна обеспечиваться использованием активных форм проведения занятий, профориентацией в процессе обучения. Встречи с представителями российских и зарубежных компаний позволят повысить интерес к изучению дисциплины.

При проведении занятий необходимо, чтобы каждый студент получил персональное задание и выполнял работу самостоятельно. В начале каждого занятия необходимо провести опрос студентов по прошедшей теме для того, чтобы выяснить насколько студенты освоили пройденную тему. По некоторым теоретическим вопросам дисциплины нужно задавать студентам сделать небольшие доклады, что поможет студентам подготовиться к выступлениям на конференциях. При защите студентами работ необходимо обращать внимание на практическое применение полученных знаний. Особое внимание необходимо уделять регулярной работе студента в течении всего семестра. Если студент этого не делает, то как правило не получает зачет по дисциплине своевременно. При успешной работе на занятиях, написании контрольных работ на отлично, можно студенту поставить зачет автоматически, что будет стимулировать работу хорошо успевающих студентов.

Текущий контроль успеваемости студентов целесообразно проводить путем тестирования. Самостоятельная работа должна быть направлена на углуб-

ленное изучение актуальных проблем стресс-физиологии растений, возможности снижения риска потерь продуктивности сельскохозяйственных культур, предотвращения загрязнения среды.

**Программу разработали:**

Кошкин Е.И., д.б.н., профессор

Панфилова О.Ф., к.с.-х.н., доцент

  
\_\_\_\_\_  
  
\_\_\_\_\_  
(подпись)

## РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины Б1.В.04 «Стресс-физиология» ОПОП ВО по направлению 35.04.04 «Агрономия», направленности «Фитотехнологии и биопродукционные системы» (квалификация выпускника – магистр)

Лазаревым Николаем Николаевичем, д.с.-х.н., профессором кафедры растениеводства и луговых экосистем ФГБОУ ВО «Российский аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Стресс-физиология» ОПОП ВО по направлению 35.04.04 «Агрономия», направленности «Фитотехнологии и биопродукционные системы» (квалификация выпускника – магистр), разработанной в ФГБОУ ВО «Российский аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре физиологии растений (разработчики – д.б.н., профессор Кошкин Е.И., доцент, к.с.-х.н. Панфилова О.Ф).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Стресс-физиология» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 35.04.04 «Агрономия». Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.

2. Представленная в Программе **актуальность** учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к вариативной части учебного цикла – Б1.В.10.

3. Представленные в Программе **цели** дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления 35.04.04 «Агрономия».

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Стресс-физиология» закреплено 4 компетенции. Дисциплина «Стресс-физиология» и представленная Программа способны реализовать их в объявленных требованиях.

5. **Результаты обучения**, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

6. Общая трудоёмкость дисциплины «Стресс-физиология» составляет 3 зачётные единицы (108 часов).

7. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Стресс-физиология» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 35.04.04 «Агрономия» и возможность дублирования в содержании отсутствует.

8. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

9. Программа дисциплины «Стресс-физиология» предполагает занятие в интерактивной форме.

10. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 35.04.04 «Агрономия».

11. Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний (опрос, как в форме обсуждения отдельных вопросов, так и выступления и участие в дискуссии с разбором конкретных ситуаций, тестирование), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме зачета, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины вариативной части учебного цикла – Б1.В.04 ФГОС ВО направления 35.04.04 «Агрономия».

12. Формы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

13. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 2 источника, дополнительной литературой – 3 наименования, методическими изданиями – 2 источника, Интернет-ресурсами – 4 источника и *соответствует* требованиям ФГОС ВО направления 35.04.04 «Агрономия».

14. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Стресс-физиология» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

15. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Стресс-физиология».

#### **ОБЩИЕ ВЫВОДЫ**

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Стресс-физиология» ОПОП ВО по направлению 35.04.04 «Агрономия», направленности «Фитотехнологии и биопродукционные системы» (квалификация выпускника – магистр), разработанная Кошкиным Е.И., д.б.н., профессором, Панфиловой О.Ф., к.с.-х.н., доцентом, соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Лазарев Н.Н., профессор кафедры растениеводства и луговых экосистем  
ФГБОУ ВО «Российский аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»



(подпись)

«24» марта 2020 г.