



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:

Проректор по науке  
и инновационному развитию



С.Л. Белопухов

августа 2017 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
СТРЕСС - ФИЗИОЛОГИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР**

для подготовки кадров высшей квалификации  
ФГОС ВО

Направление подготовки: **06.06.01 – Биологические науки**

Направленность программы: **Физиология и биохимия растений**

Год обучения - 2

Семестр обучения - 4

Язык преподавания - русский

Москва, 2017

Авторы рабочей программы: Кошкин Е.И., д.б.н., профессор  
Пильщикова Н.В., к.б.н., доцент  
«28» августа 2017 г.

Рабочая программа предназначена для преподавания дисциплины Блока 1 «Дисциплины (модули)» аспирантам очной формы обучения. Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению подготовки 06.06.01 Биологические науки, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 30.07.2014 №871 и зарегистрированного в Минюсте России 20.08.2014 №33686.

Программа обсуждена на заседании кафедры физиологии растений  
Зав. кафедрой Тараканов И.Г., д.б.н., профессор



(подпись)

«28» августа 2017 г.

Рецензент Соловьев А.А., д.б.н., профессор



(подпись)

**Проверено:**

Начальник учебно-методического отдела  
Управления подготовки кадров  
высшей квалификации

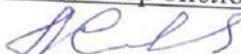


(подпись)

С.А. Дикарева

**Согласовано:**

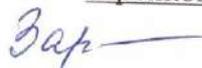
Декан факультета: Соловьев А.А., доктор биологических наук, профессор



28 августа 2017 г.

Программа обсуждена на заседании Ученого совета факультета агрономии и биотехнологии, протокол № 13 от 28 августа 2017 г.

Секретарь ученого совета факультета Заренкова Н.В., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент



28 августа 2017 г.

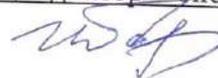
Программа принята учебно-методической комиссией факультета агрономии и биотехнологии, протокол №6 от 28 августа 2017 г

Председатель учебно-методической комиссии Милюкова Н.А., к.б.н., доцент



28 августа 2017 г.

Заведующий кафедрой Тараканов И.Г., доктор биологических наук, профессор



28 августа 2017 г.

Начальник УИТ



М.Ю. Годов

Отдел комплектации ЦНБ



Е.А. Комарова

**Копия электронного варианта получена:**

Начальник отдела поддержки

дистанционного обучения УИТ



К.И. Ханжиян

## Содержание

АННОТАЦИЯ .....	5
1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	6
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ООП.....	6
3. ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	7
4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ).....	7
5. ВХОДНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ), ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ.....	11
6. ФОРМАТ ОБУЧЕНИЯ.....	11
7. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ), ВИДЫ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ И ФОРМ ИХ ПРОВЕДЕНИЯ.....	11
7.1 Распределение трудоёмкости дисциплины (модуля) по видам работ.....	11
7.2 Содержание дисциплины.....	12
7.3 Образовательные технологии.....	16
7.4 Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины (модуля).....	18
7.5 Контрольные работы /рефераты.....	20
8. ФОРМА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ И ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ.....	21
9. РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ.....	23
9.1 Перечень основной литературы.....	23
9.2 Перечень дополнительной литературы.....	23
9.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».....	23
9.4 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса.....	23
9.5 Описание материально-технической базы.....	24
9.5.1 Требования к аудиториям.....	24
9.5.2 Требования к специализированному оборудованию.....	24
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ АСПИРАНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ПО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЮ).....	25
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ).....	26

## АННОТАЦИЯ

Учебная дисциплина (модуль) «Стресс-физиология сельскохозяйственных культур» является важной составной частью Учебного плана подготовки аспирантов по направлению подготовки 06.06.01 Биологические науки, программам аспирантуры 03.01.05 Физиология и биохимия растений; 03.01.06 Биотехнология (в том числе бионанотехнологии); 03.02.07 Генетика.

Основная задача учебной дисциплины (модуля) – освоение аспирантами теоретических и практических знаний в области физиологии стресса сельскохозяйственных культур. Дисциплина (модуль) «Стресс-физиология сельскохозяйственных культур» в системе биологических наук изучает современные достижения стресс-физиологии растений, методы оценки физиологического состояния растений, прогноза последствий опасных для сельского хозяйства метеорологических явлений.

Излагаются вопросы о современных представлениях о физиолого-генетических механизмах адаптации растений к наиболее значимым неблагоприятным условиям среды.

Аспиранты получают представление о действии каждого стресс-фактора 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 учебной дисциплины (модуль) «Стресс-физиология сельскохозяйственных культур» составляет 6 зачетных ед., в объеме 216 часов.

Контроль знаний аспирантов проводится в форме текущей и промежуточной аттестации.

Текущая аттестация аспирантов – оценка знаний и умений проводится постоянно на практических занятиях с помощью тестирования, оценки самостоятельной работы аспирантов.

Промежуточная аттестация аспирантов проводится в форме дифференцированного зачета.

**Ведущие преподаватели:** Кошкин Е.И., д.б.н., профессор

Пильщикова Н.В., к.б.н., доцент

### **1. Цель и задачи дисциплины (модуля)**

Целью изучения дисциплины Б1.В.ДВ.1 «Стресс-физиология сельскохозяйственных культур» является освоение аспирантами теоретических и практических знаний, приобретение умений и навыков в области физиолого-генетических механизмах адаптации растений к наиболее значимым неблагоприятным условиям среды.

Задачи дисциплины:

изучение действий стресс-фактора как с позиции его повреждающего эффекта, так и с точки зрения ответных реакций организма, направленных на формирование механизмов адаптации,

ознакомление с адаптацией растений к осмотическому стрессу, гипо- и гипертермии, недостатку влаги и засолению, уплотнению почвы, загрязнению атмосферы и корнеобитаемой среды.

**2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программе подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (далее программа аспирантуры).**

Дисциплина (модуль) Б1.В.ДВ.1 «Стресс-физиология сельскохозяйственных культур» включена в перечень ФГОС ВО (уровень подготовки кадров высшей квалификации), в Блок 1 «Дисциплины (модули)» вариативной части. Реализация в дисциплине «Стресс-физиология сельскохозяйственных культур» требований ФГОС ВО (уровень подготовки кадров высшей квалификации), ОПОП ВО и Учебного плана по программе аспирантуры, решений учебно-методической комиссии и Ученого совета факультета, отечественного и зарубежного опыта, должна учитывать следующее знание научных разделов:

- исследование живой природы и ее закономерностей;
- использование биологических систем - в хозяйственных и медицинских целях, био- и экотехнологиях, охране и рациональном использовании природных ресурсов.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина, являются: «Физиология и биохимия растений», «Методы исследований в биологии», «Педагогика и психология высшей школы».

Знания и навыки, полученные аспирантами при изучении данного курса, необходимы при подготовке к сдаче кандидатского экзамена по специальности и написании научно-квалификационной работы (диссертации) по научной специальности 03.01.05 Физиология и биохимия растений; 03.01.06 Биотехнология (в том числе бионанотехнологии); 03.02.07 Генетика.

Дисциплина (модуль) является основополагающей (для *специальной дисциплины*) в учебном плане подготовки аспирантов по направлению подготовки 06.06.01 Биологические науки, программе аспирантуры 03.01.05 Физиология и биохимия растений; 03.01.06 Биотехнология (в том числе бионанотехнологии); 03.02.07 Генетика.

Особенностью учебной дисциплины (модуля) «Стресс-физиология сельскохозяйственных культур» является научная и практическая направленность. Аспирантам в области физиологии стресса необходимо владеть современными знаниями физиологии стресса растений и прогноза последствий опасных для сельского хозяйства метеорологических явлений. Это предполагает знание физиолого-генетических механизмов адаптации растений к наиболее значимым неблагоприятным условиям среды и методов оценки физиологического состояния растений.

**3. Общая трудоемкость дисциплины** составляет 6 зачетных единиц, 216 часов, из которых 56 часов составляет контактная работа аспиранта с преподавателем (28 часов занятия лекционного типа, 28 часов практических занятий), 124 часа составляет самостоятельная работа аспиранта, 36 часов подготовка к сдаче кандидатского экзамена.

#### **4. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы аспирантуры**

Дисциплина должна формировать следующие компетенции:

- УК-1 способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.
- ОПК-1 способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий.
- ОПК-2 готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования.

Освоение учебной дисциплины (модуля) «Стресс-физиология сельскохозяйственных культур» направлено на формирование у аспирантов профессиональных компетенций, (УК/ОПК, знания, умения и/или владения), представленных в таблице 1.

Контроль знаний аспирантов проводится в форме текущей и промежуточной аттестации.

Текущая аттестация аспирантов – оценка знаний и умений проводится постоянно на практических занятиях с помощью тестирования, оценки самостоятельной работы аспирантов.

Промежуточная аттестация аспирантов проводится в форме дифференцированного зачета.

Таблица 1

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю) «Стресс-физиология сельскохозяйственных культур»,  
соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы аспирантуры

В результате изучения дисциплины(модуля) обучающиеся должны:			
№ п/п	Код компетенции	Содержание формируемых компетенций	знать уметь владеть
1	УК-1	Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.	<p>Знать:</p> <p>Современные научные достижения в области молекулярной биологии, генетики, экологии, реакции растений на действие абиотических и биотических факторов, физиологические основы повышения устойчивости растений.</p> <p>Уметь:</p> <p>Применять знания современных научных достижений в области молекулярной биологии, стресс-физиологии при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.</p> <p>Владеть:</p> <p>Навыками работы с научной литературой, применения методов математического анализа и моделирования приемов при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.</p>
2	ОПК-1	Способность самостоятельно осуществлять научную деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-	<p>Знать:</p> <p>Возможности и целесообразность использования современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий в научно-</p> <p>Уметь:</p> <p>Анализировать альтернативные варианты и выбирать наиболее информативные методы исследовательской работы в области стресс-физиологии сельскохозяйственных культур.</p> <p>Владеть:</p> <p>Современными методами исследования физиологических процессов и информационно-коммуникационных технологий.</p>

		коммуникационных технологий.	исследовательской работе в области стресс-физиологии сельскохозяйственных культур.		
3	ОПК-2	Готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования.	Современные технологии и методы преподавания в высшей школе. Содержание образовательных программ. Современные достижения в области стресс-физиологии сельскохозяйственных культур.	Использовать современные технологии и методы преподавания в высшей школе, содержание образовательных программ и современный уровень знаний стресс-физиологии сельскохозяйственных культур.	Современными технологиями и методами преподавания по основным образовательным программам, современным уровнем знаний стресс-физиологии сельскохозяйственных культур.

## **5. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия**

Курс предполагает наличие у аспирантов знаний и умений по физиологии сельскохозяйственных культур.

Для формирования заявленных компетенций обучающийся, приступивший к освоению программы аспирантуры, должен:

**ЗНАТЬ:** основные процессы жизнедеятельности растительного организма, их зависимость от условий среды, основные достижения в области стресс-физиологии растений, передовые технологии выращивания сельскохозяйственных культур.

**УМЕТЬ:** диагностировать жизнеспособность растений и их устойчивость к действию неблагоприятных факторов среды, выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах; критически оценивать информацию, а также методологию исследований.

**ВЛАДЕТЬ:** методами определения интенсивности процессов жизнедеятельности, навыками сбора и обработки информации.

## **6. Формат обучения**

Обучающиеся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечиваются электронными и (или) печатными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

Конкретные условия для освоения дисциплины определяются в соответствии с характером заболевания.

## **7. Содержание дисциплины (модуля), виды учебных занятий и формы их проведения**

### **7.1. Распределение трудоемкости дисциплины (модуля) по видам работ**

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 6зач.ед. (216 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице 2.

Таблица 2

**Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ**

Вид учебной работы	Трудоемкость	
	зач. ед.	час.
<b>Общая трудоемкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>6</b>	<b>216</b>
<b>Аудиторные занятия</b>	<b>1,6</b>	<b>56</b>
Лекции (Л)		28
Практические занятия (ПЗ)		28
<b>Самостоятельная работа (СРА)<sup>1</sup></b>	<b>4,4</b>	<b>160</b>
в том числе:		
реферат		27
самоподготовка к текущему контролю знаний		124
Вид контроля:		
Дифференцированный зачет	<b>0,25</b>	<b>9</b>

**7.2. Содержание дисциплины (модуля)**

Таблица 3

Тематический план дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (модулей)	Всего, час.	Контактная работа, час.		Самостоятельная работа, час.
		Лекция	Практич. занятие	
Введение	<b>1</b>	<b>1</b>		
Раздел I. Общие принципы адаптации; окислительный стресс.	<b>65</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>50</b>
Тема 1 Механизмы стресса; адаптационные стратегии растений.	25	3	2	20
Тема 2 Окислительный стресс и антиоксидантные системы	40	4	6	30
Раздел II. Атмосфера как источник	<b>82</b>	<b>12</b>	<b>10</b>	<b>60</b>

Наименование разделов и тем дисциплин (модулей)	Всего, час.	Контактная работа, час.		Самостоятельная работа, час.
		Лекция	Практич. занятие	
стрессовых воздействий				
Тема 3 Газообразные загрязнители атмосферы; газоустойчивость	26	4	2	20
Тема 4 Влияние повышенных доз УФ-радиации, концентрации CO <sub>2</sub> и озона в атмосфере на сельскохозяйственные культуры	30	4	6	20
Тема 5 Устойчивость сельскохозяйственных растений к гипер- и гипотермии	26	4	2	20
<b>Раздел III. Корнеобитаемая среда как источник стресса</b>	<b>68</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>50</b>
Тема 6 Влагообеспеченность растений и физические свойства корнеобитаемой среды	28	4	4	20
Тема 7 Минеральный стресс и загрязнение почвы тяжелыми металлами	40	4	6	30
<b>Итого по дисциплине (модулю)</b>	<b>216</b>	<b>28</b>	<b>28</b>	<b>160</b>

### Содержание дисциплины (модуля)

#### Лекционные занятия

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

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

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

Тема 2. Окислительный стресс и антиоксидантные системы. Характеристика активных форм кислорода.

Природа и защитная роль антиоксидантных систем.

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

Тема 3. Газообразные загрязнители атмосферы. Газоустойчивость. Газообразные загрязнители атмосферы, их токсичность для растений. Перспективы повышения устойчивости сельскохозяйственных культур к загрязнению атмосферы.

Тема 4. Влияние повышенных доз УФ-радиации, концентрации CO<sub>2</sub> и озона в атмосфере на сельскохозяйственные культуры

Влияние УФ-радиации на сельскохозяйственные культуры.

Влияние повышенных концентраций CO<sub>2</sub> на продуктивность растений.

Тема 5. Устойчивость сельскохозяйственных растений к гипер- и гипотермии.

Жароустойчивость растений. Условия образования и защитное действие белков теплового шока (БТШ).

Причины повреждения теплолюбивых культур низкими положительными температурами.

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

Тема 6. Влагообеспеченность растений и физические свойства корнеобитаемой среды.

Действие дефицита воды на растение. Роль аквапоринов в регуляции транспорта воды в условиях засухи.

Гипоксия и аноксия. Анатомо-морфологические приспособления у растений в условиях гипоксии. Механизмы клеточной и молекулярной адаптации растений к уплотнению почвы.

Тема 7. Минеральный стресс и загрязнение почвы тяжелыми металлами. Механизмы поддержания ионного гомеостаза в условиях засоления. Эффективность использования элементов минерального питания сельскохозяйственными культурами.

Таблица 4

**Содержание практических/семинарских занятий по дисциплине и контрольных мероприятий**

№ п/п	№ раздела	№ и название лабораторных занятий	Вид контрольного мероприятия	Количество часов
Раздел 1. Общие принципы адаптации; окислительный стресс.				8
1	Тема 1. Механизмы	Семинар № 1 Системы регуляции в условиях стресса	тестирование	2

№ п/п	№ раздела	№ и название лабораторных занятий	Вид контрольного мероприятия	Количество часов
	стресса. Адаптационные стратегии растений.			
2	Тема 2. Окислительный стресс и антиоксидантные системы	Выездное занятие Генетический контроль антиоксидантных систем. Возможности усиления антиоксидантной защиты Семинар 2 Окислительный стресс и программируемая смерть клетки.	отчет       тестирование	4       2
<b>Раздел 2. Атмосфера как источник стрессовых воздействий</b>				<b>10</b>
3	Тема 3. Газообразные загрязнители атмосферы. Газоустойчивость	Семинар № 3 Газообразные загрязнители атмосферы, действие на растения	тестирование	2
4	Тема 4. Влияние повышенных доз УФ-радиации, концентраций CO <sub>2</sub> и озона в атмосфере на сельскохозяйственные культуры	Семинар 4 Влияние газообразных загрязнителей атмосферы на физиологические процессы. Семинар 5 Влияние УФ-радиации на физиологические и молекулярно-генетические процессы в растениях. Семинар 6 Влияние сочетания повышенных доз УФ-облучения, O <sub>3</sub> и CO <sub>2</sub> на сельскохозяйственные культуры.	тестирование	2  2  2

№ п/п	№ раздела	№ и название лабораторных занятий	Вид контрольного мероприятия	Количество часов
5	Тема 5. Устойчивость сельскохозяйственных растений к гипер- и гипотермии.	Семинар № 7 Повреждающее действие повышенных температур на растение	тестирование	2
<b>Раздел 3. Корнеобитаемая среда как источник стресса</b>				<b>10</b>
6	Тема 6. Влагообеспеченность растений и физические свойства корнеобитаемой среды	Семинар № 8 Действие дефицита воды на растение и засухоустойчивость Семинар 9 Влияние уплотнения почвы на продуктивность растений	тестирование	2 2
7	Тема 7 Минеральный стресс и загрязнение почвы тяжелыми металлами	Выездное занятие Механизмы адаптации растений к загрязнению почвы тяжелыми металлами Мастер-класс Методы диагностики устойчивости к действию различных стрессоров	отчет тестирование	4 2
<b>Всего</b>				<b>28</b>

### 7.3. Образовательные технологии

Таблица 5

#### Активные и интерактивные формы проведения занятий

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Количество часов
1	Механизмы генетической, мембранной, трофической и гормональной регуляции	лекция	Лекция пресс-конференция	2

	функционирования растений при стрессовых воздействиях			
2	Влияние повышенных концентраций CO <sub>2</sub> на продуктивность растений	лекция	Интерактивная формы проведения проблемной лекции, основанная на вопросах студентов	2
3	Условия образования и защитное действие белков теплового шока (БТШ)	лекция	Интерактивная формы проведения проблемной лекции, основанная на вопросах студентов	2
4	Механизмы адаптации растений к загрязнению почвы тяжелыми металлами	лекция	Лекция пресс-конференция	2
5	Действие дефицита воды на растение и засухоустойчивость	семинар	Научно-исследовательский семинар	2
6	Системы регуляции в условиях стресса	семинар	Разбор конкретных ситуаций	2
7	Методы диагностики устойчивости к действию различных стрессоров	практическое занятие	Мастер-класс	2
8	Генетический контроль антиоксидантных систем. Возможности усиления антиоксидантной защиты	выездное занятие в ИФР РАН	Интерактивная форма подготовки вопросов и ведение дискуссии с учеными	4
9	Механизмы адаптации растений к загрязнению почвы тяжелыми металлами	выездное занятие ИФР РАН	Интерактивная форма подготовки вопросов и ведение дискуссии с учеными	4
Всего				22

Общее количество часов аудиторных занятий, проведенных с применением активных и интерактивных образовательных технологий составляет 22 часа (40% от общей аудиторной трудоемкости дисциплины).

7.4 Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины (модуля) «Стресс-физиология сельскохозяйственных растений»

Таблица 6

Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения	Кол-во часов
<b>Раздел 1. Общие принципы адаптации; окислительный стресс.</b>			<b>50</b>
1.	Тема 1. Механизмы стресса. Адаптационные стратегии растений	Действующие на растения стрессоры. Неспецифические ответные реакции клетки на повреждающие воздействия, достигшие пороговой силы. Механизмы рецепции внешних сигналов. Стратегии адаптации к условиям среды: филогенетические, онтогенетические, срочные.	20
2.	Тема 2. Окислительный стресс и антиоксидантные системы	Характеристика активных форм кислорода. Повреждающее действие АФК на биомолекулы растительной клетки. Природа и защитная роль антиоксидантных систем. Генетический контроль антиоксидантных систем.	30
<b>Раздел 2. Атмосфера как источник стрессовых воздействий</b>			<b>60</b>
3.	Тема 3. Газообразные загрязнители атмосферы. Газоустойчивость	Газообразные загрязнители атмосферы, их токсичность для растений. Влияние газообразных загрязнителей атмосферы на физиологические процессы. Загрязнение атмосферы окислами азота. Загрязнение атмосферы сульфидами.	20
4.	Тема 4. Влияние повышенных доз УФ-радиации, концентраций CO <sub>2</sub> и озона в атмосфере на сельскохозяйственные культуры	Озоновый стресс. Негативное действие озона на растения. Зависимость реакции растений на озон от факторов среды.	20
5.	Тема 5. Устойчивость	Жароустойчивость (термотолерантность)	20

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения	Кол-во часов
	сельскохозяйственных растений к гипер- и гипотермии	растений. Влияние повышенных температур на фотосинтез и дыхание. Проявление высокотемпературного стресса на разных этапах онтогенеза растений. Причины повреждения теплолюбивых культур низкими положительными температурами.	
<b>Раздел 3 Корнеобитаемая среда как источник стресса</b>			<b>50</b>
6.	Тема 6. Влагообеспеченность растений и физические свойства корнеобитаемой среды	Действие дефицита воды на растение. Ксерофиты. Особенности ксероморфной структуры листа. Засухоустойчивость культурных растений. Процессы, подготавливающие возвращение растения в нормальное состояние после начала дождей или полива. Неблагоприятное действие уплотнения почвы на растение. Механизмы клеточной и молекулярной адаптации растений к уплотнению почвы.	20
7.	Тема 7. Минеральный стресс и загрязнение почвы тяжелыми металлами	Солеустойчивость растений. Причины гибели растений при засолении почвы. Влияние на растение разных типов засоления почвы. Механизмы поддержания ионного гомеостаза в условиях засоления. Устойчивость растений к алюминию на кислых почвах. Устойчивость растений к тяжелым металлам.	30
<b>ВСЕГО</b>			<b>160</b>

### 7.5. Контрольные работы / рефераты

Темы рефератов по учебной дисциплине (модулю) «Стресс-физиология сельскохозяйственных культур»

1. Адаптационные стратегии растений.
2. Виды и системы надежности живых систем.

3. Системы регуляции в условиях стресса.
4. Характеристика активных форм кислорода, причины их образования и локализация в клетке.
5. Окислительный стресс растений. Защитная роль антиоксидантных систем.
6. Роль белков теплового шока в адаптации растений к перегреву.
7. Влияние высоких температур на качество урожая.
8. Методы диагностики устойчивости к действию высоких и низких положительных температур.
9. Действие УФ-радиации на растения. Механизмы адаптации растений к УФ-излучению.
10. Роль озона в биосфере и жизнедеятельности растений.
11. Негативное воздействие озона на растения. Озоновый стресс.
12. Реакции растений на повышение концентрации CO<sub>2</sub> в атмосфере.
13. Влияние сочетания атмосферных стрессоров на фитоценозы.
14. Механизмы адаптации ксерофитов и мезофитов к недостатку воды.
15. Интеграция клеточных механизмов устойчивости к водному дефициту и высоким концентрациям солей в защитную систему целостного растения.
16. Действие подвижных форм алюминия на физиологические процессы и механизмы адаптации растений.
17. Влияние тяжелых металлов на физиологические процессы.
18. Абсцизовая кислота и этилен – гормоны стресса.

**8. Форма промежуточной аттестации и фонд оценочных средств, включающий:**

- Перечень компетенций выпускников образовательной программы, в формировании которых участвует дисциплина (модуль), и их «карты» (См. карты компетенций).
- Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

**Примерный перечень вопросов к зачету по дисциплине (модулю):**

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 газобразных 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?

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания результатов обучения.

#### **Критерии оценки:**

- оценка «отлично» выставляется студенту, если был дан блестящий ответ с незначительными недочётами; продемонстрировано хорошее понимание практического использования знаний;
- оценка «хорошо» выставляется студенту, если в целом была проведена серьёзная подготовка, но с рядом замечаний;
- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если ответ был неплохой, однако имеются серьёзные недочёты при анализе материала и возможности его практического использования;
- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если не было ответов на поставленные вопросы.

**Формы промежуточной аттестации по дисциплине:** дифференцированный зачет

#### **9. Ресурсное обеспечение:**

##### **9.1 Перечень основной литературы**

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.

### **9.2 Перечень дополнительной литературы (за последние 5 лет)**

1. Креславский В. Д., Лось Д. А., Аллаhverдиев С. И., Кузнецов Вл. В. Сигнальная роль активных форм кислорода при стрессе у растений // Физиология растений, т. 59, № 2, 2011, с. 163-176.
2. Карманенко Н.М. Адаптация зерновых культур к стрессовым факторам / Н.М. Карманенко. – М.: Изд-во ВНИИА, 2014. 160 с.
3. Молекулярно-генетические и биохимические методы в современной биологии растений / Ред. Вл.В. Кузнецов, В.В. Кузнецов, Г.А. Романов. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 487 с.
4. Панфилова О.Ф., Пильщикова Н.В. Современная литература по физиологии и биохимии растений. М.: Издательство РГАУ-МСХА. - 2013. – 38 с.

### **9.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. <http://www.ippras.ru/> Институт физиологии растений РАН
2. <http://window.edu.ru/> Единое окно доступа к образовательным ресурсам
3. <http://www.informika.ru/text/index.html> ФГУ "Государственный НИИ информационных технологий и телекоммуникаций"

### **9.4 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса, включая программное обеспечение, информационные справочные системы:**

1. научная электронная библиотека e-library
2. ScienceDirect
3. Scirus.com
4. Scienceresearch.com.

### **9.5 Описание материально-технической базы.**

Для реализации программы подготовки по дисциплине (модулю) «Физиология и биохимия растений» перечень материально-технического обеспечения включает:

1. компьютеры
2. сканеры, принтеры, ксероксы
3. ноутбуки
4. мультимедийные проекторы

### **9.5.1 Требования к аудиториям (помещениям, местам) для проведения занятий**

Для проведения теоретических занятий по дисциплине «Стресс-физиология сельскохозяйственных культур» необходима: специализированная лекционная аудитория с мультимедийным оснащением.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся должны быть оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Доступ к комплектам библиотечного фонда. Журналы: Агрехимия, Биотехнология, Биохимия, Ботанический вестник, Международный сельскохозяйственный журнал, Сельскохозяйственная биология, Онтогенез, Физиология растений, Экология, Экология – XXI век, Bioscience, Biotechnology and Biochemistry, Cell, Physiologia Plantarum, Plant Physiology, Plant, Cell and Environment, Trends in Plant Science, Current Opinion in Plant Biology.

### **9.5.2 Требования к специализированному оборудованию**

Проведение занятий осуществляется в аудиториях, современное оборудование которых включает световые шкафы для выращивания растительного материала, вытяжные шкафы, центрифуги, термостаты, сушильные шкафы, инфракрасный газоанализатор, микроскопы, рефрактометры, спектрофотометр, фотоэлектроколориметр, лабораторные весы, оборудование для химических анализов.

## **10. Методические рекомендации аспирантам по освоению дисциплины (модуля)**

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 архитектоники.

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 курс стресс-физиологии сельскохозяйственных культур, 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.

Учебный план подготовки аспирантов предусматривает выполнение реферата по дисциплине. Выполнение этой работы имеют целью специализацию и углубление знаний стресс-физиологии растений, а также изучение возможностей использования достижений науки в практике. Аспиранту предоставляется право выбора темы реферата и консультации при ее выполнении. Аспирант может сам предложить тему при условии, что она связана с вопросами стресс-физиологии растений и представляет научный и практический интерес.

Общий объем реферата 10-15 страниц машинописного текста. В работе должна быть единая система буквенных обозначений, не допускается произвольное сокращение слов. Все таблицы, графики и схемы должны быть аккуратно оформлены и пронумерованы. В конце работы указывается пронумерованный список использованной литературы, на который даются ссылки в тексте. К защите реферата необходимо подготовить презентацию.

## 11. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине (модулю)

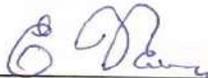
При преподавании курса необходимо ориентироваться на современные образовательные технологии путем использования группового способа работы и дебатов на семинарах. Реализация компетентного подхода должна обеспечиваться широким использованием активных и интерактивных форм проведения занятий, профорientацией в процессе обучения. Занятия в интерактивной форме должны составлять не менее 40% от общей аудиторной работы. Посещение научных лабораторий и исследовательских центров, встречи с представителями российских и зарубежных компаний, мастер-классы экспертов и специалистов позволят повысить интерес к изучению дисциплины.

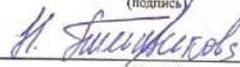
Текущий контроль успеваемости студентов и промежуточную аттестацию целесообразно проводить путем тестирования и контрольных работ. Самостоятельная работа должна быть направлена на углубленное изучение актуальных проблем стресс-физиологии растений, возможности снижения риска потери продуктивности сельскохозяйственных культур, предотвращения загрязнения среды.

### Авторы рабочей программы:

Кошкин Е.И., д.б.н., профессор

Пильщикова Н.В., к.б.н., доцент

  
\_\_\_\_\_  
(подпись)

  
\_\_\_\_\_  
(подпись)

## РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу по дисциплине (модулю) «Стресс-физиология сельскохозяйственных культур»  
ОПОП ВО по направлению подготовки 06.06.01 «Биологические науки»  
по программе аспирантуры 03.05.01 «Физиология и биохимия растений»  
(уровень подготовки кадров высшей квалификации)

Соловьевым Александром Александровичем, заведующим кафедрой генетики, биотехнологии, селекции и семеноводства, д.б.н., профессором (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы по дисциплине (модулю) «Стресс-физиология сельскохозяйственных культур» ОПОП ВО (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению подготовки 06.06.01 «Биологические науки», по программе аспирантуры 03.01.05 Физиология и биохимия растений; 03.01.06 Биотехнология (в том числе бионанотехнологии); 03.02.07 Генетика, разработанной в ФГБОУ ВО «Российский аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре физиологии растений (разработчики – Тараканов И.Г., Кондратьев М.Н., Белопухов С.Л., Пильщикова Н.В.).

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

1. Предъявленная рабочая программа учебной дисциплины «Стресс-физиология сельскохозяйственных культур» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению подготовки 06.06.01 «Биологические науки», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 30.07.2014 №871 и зарегистрированного в Минюсте России 20.08.2014 №33686.
2. Рабочая программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам, предъявляемых к рабочей программе дисциплины/практики в соответствии с Письмом Рособнадзора от 17.04.2006 № 02-55-77ин/ак.
3. Представленная в Рабочей программе актуальность учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО (уровень подготовки кадров высшей квалификации) не подлежит сомнению – дисциплина относится к вариативной части учебного цикла Блок 1 «Дисциплины (модули)»
4. Представленные в Рабочей программе цели учебной дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО (уровень подготовки кадров высшей квалификации) направления подготовки 06.06.01 «Биологические науки» с учётом профессиональных стандартов: «Преподаватель», «Научный работник», рекомендуемых для всех направлений подготовки.
5. В соответствии с Рабочей программой за дисциплиной «Стресс-физиология сельскохозяйственных культур» закреплены одна УК, две ОПК, которые реализуются в объявленных требованиях.
6. Результаты обучения, представленные в Рабочей программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.
7. Содержание учебной дисциплины, представленной Рабочей программы, соответствует рекомендациям примерной рабочей программы дисциплины, рекомендуемой при реализации ФГОС ВО по направлениям подготовки в аспирантуре.
8. Общая трудоёмкость дисциплины «Стресс-физиология сельскохозяйственных культур» составляет 6 зачётных единицы (216 часов), что соответствует ФГОС ВО (уровень подготовки кадров высшей квалификации) для направления подготовки 06.06.01 «Биологические науки».
9. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Учебная

дисциплина «Стресс-физиология сельскохозяйственных культур» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО (уровень подготовки кадров высшей квалификации) и Учебного плана по направлению подготовки 06.06.01 «Биологические науки» и возможность дублирования в содержании отсутствует.

10. Представленная Рабочая программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

11. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы аспирантов, представленные в Рабочей программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО (уровень подготовки кадров высшей квалификации) направления подготовки 06.06.01 «Биологические науки».

12. Представленные и описанные в Рабочей программе формы текущей оценки знаний соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний аспирантов, предусмотренная Рабочей программой, осуществляется в форме зачета, что соответствует примерной рабочей программе дисциплины, рекомендуемой для всех направлений подготовки, а также статусу дисциплины, как дисциплины вариативной части учебного цикла Блока 1 «Дисциплины (модули)» ФГОС ВО (уровень подготовки кадров высшей квалификации) направления подготовки 06.06.01 «Биологические науки».

13. Формы оценки знаний, представленные в Рабочей программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

14. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 2 источника, дополнительной литературой – 4 наименования, Интернет-ресурсы – 3 источника и соответствует требованиям ФГОС ВО (уровень подготовки кадров высшей квалификации) направления подготовки 06.06.01 «Биологические науки».

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

16. Методические рекомендации аспирантам и методические рекомендации преподавателям дают представление о специфике обучения по дисциплине «Стресс-физиология сельскохозяйственных культур» и соответствуют требованиям Письма Рособнадзора от 17.04.2006 N 02-55-77ин/ак.

#### ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Стресс-физиология сельскохозяйственных культур» ОПОП ВО (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению 06.06.01 «Биологические науки», по программе аспирантуры 03.01.05 Физиология и биохимия растений; 03.01.06 Биотехнология (в том числе бионанотехнологии); 03.02.07 Генетика, разработанная Таракановым И.Г., Пильщиковой Н.В., соответствует требованиям ФГОС ВО (уровень подготовки кадров высшей квалификации), современным требованиям экономики, рынка труда, профессиональных стандартов «Преподаватель» и «Научный работник», позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Соловьев Александр Александрович,  
заведующий кафедрой генетики, биотехнологии,  
селекции и семеноводства, д.б.н., профессор



(подпись)

« 28 » 08 2017.