

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова**

Кафедра ботаники и микробиологии

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета биологии и экологии



О.А. Маракаев  
«20» мая 2021 г.

**Рабочая программа**  
**«Эколого-физиологические основы стресса у растений»**

Направление подготовки  
06.06.01 Биологические науки

Направленность (профиль)  
«Физиология и биохимия растений»

Форма обучения  
очная

Программа одобрена  
на заседании кафедры  
от «11» мая 2021 года, протокол № 13

Ярославль

### **1. Цели освоения дисциплины**

- формирование представлений о механизмах функциональной адаптации растений в ходе онтогенеза при изменении экологических факторов;
- знакомство с основными процессами жизнедеятельности растений разных экологических групп, принципами их регуляции и интеграции на уровне клетки, органа и целого организма;
- развитие у аспирантов способностей к самостоятельному анализу, сопоставлению и обобщению материала, касающегося особенностей протекания основных физиологических и биохимических процессов у растений;
- освоение методов функциональной диагностики растений при действии на них экологических и антропогенных факторов.

### **2. Место дисциплины в структуре программы аспирантуры**

Дисциплина «Эколого-физиологические основы стресса у растений» является дисциплиной по выбору вариативной части. Данная дисциплина направлена на подготовку к сдаче зачета при освоении образовательной программы аспирантуры по направлению 06.06.01 Биологические науки (профиль «Физиология и биохимия растений»).

Дисциплина «Эколого-физиологические основы стресса у растений» показывает особенности жизнедеятельности растений в различных экологических условиях и возможности практического применения полученных знаний в области эколого-физиологических исследований. Данная дисциплина имеет логические и содержательно-методические взаимосвязи с другими частями ООП, а именно с дисциплиной «Физиология и биохимия растений», с курсами по выбору (Физиологические основы культивирования растений *in vitro*, Взаимоотношения растений с другими организмами), научно-организационной практикой и научными исследованиями.

Для изучения данной дисциплины необходимы «входные» знания, умения, полученные в процессе обучения по программам бакалавриата – магистратуры, а также при изучении дисциплины «Физиология и биохимия растений» в аспирантуре.

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине – знания, умения, навыки и (или) опыт деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций и обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения программы аспирантуры, и критерии их оценивания**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– **Профессиональные компетенции:** способностью применять современные представления о функциональной организации растений, методах и условиях их выращивания в культуре *in vitro*, взаимодействии с другими организмами для решения фундаментальных и прикладных задач физиологии и биохимии растений (ПК-2).

Код компетенции	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		Пороговый уровень
ПК-2	<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные закономерности взаимодействия организма растения с окружающей средой;</li> <li>- особенности координации функциональных систем растения на фоне действия разнообразных экологических факторов;</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- оценивать адаптационные возможности растительного организма при изменении экологических условий;</li> <li>- выявлять чувствительность основных процессов жизнедеятельности растений к определенным видам и концентрациям внешних факторов;</li> </ul> <p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками обработки теоретической информации в области экологической физиологии растений;</li> <li>- методами изучения функционального состояния растений при действии на них экологических и антропогенных факторов.</li> </ul>	<p>1. Воспроизведение основных закономерностей взаимодействия организма растения с окружающей средой. Раскрытие принципиальных механизмов координации функциональных систем растения на фоне действия разнообразных экологических факторов.</p> <p>2. Обоснование на нескольких примерах адаптационных возможностей растительного организма при изменении экологических условий. Раскрытие нескольких способов выявления чувствительности основных процессов жизнедеятельности растений к определенным видам и концентрациям внешних факторов.</p> <p>3. Демонстрация владения навыками обработки теоретической информации в области экологической физиологии растений. Использование на практике методов изучения функционального состояния растений при действии на них экологических и антропогенных факторов, необходимых для проведения научной работы.</p>

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 акад. часов (в том числе 6 ч лекций, 2 ч КСР и 100 ч СРС).

Дисциплина изучается в течение второго семестра. Формой итоговой промежуточной аттестации по дисциплине является зачет.

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий и их трудоемкость (в академических часах)					Формы текущего контроля успеваемости
			лекции	практические	лабораторные	консультации	самостоятельная работа	Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
1	Эколого-физиологические особенности стресса растений	2	1				10	реферат
2	Адаптация растений к условиям освещения	2	1				10	контрольная работа
3	Устойчивость к экстремальным температурам	2	0,5				10	реферат
4	Устойчивость к недостатку влаги	2	0,5				10	контрольная работа
5	Устойчивость к недостатку или отсутствию кислорода	2	0,5				10	реферат
6	Устойчивость к окислительному стрессу	2	0,5				10	контрольная работа
7	Устойчивость к засолению и несбалансированному минеральному питанию	2	0,5				10	реферат
8	Устойчивость к газообразным загрязнителям	2	0,5				10	реферат
9	Устойчивость к антропогенным стрессорам	2	1				10	реферат
						2	10	зачет
	<b>Всего</b>		<b>6</b>			<b>2</b>	<b>100</b>	

#### Содержание разделов дисциплины:

##### Тема 1. Эколого-физиологические особенности стресса растений

Предмет, задачи и методы современной экологической физиологии растений. Связь с другими науками. Основные проблемы экологической фитофизиологии. Стресс у растений. Стресс на клеточном, организменном и популяционном уровнях. Классификация стрессоров. Особенности действия стрессоров на растения. Диапазоны толерантности растений. Экологическая валентность. Принцип лимитирующих факторов. Стрессовые и адаптивные реакции растений на действие экстремальных факторов среды –

специфические и неспецифические механизмы. Последовательность нарушений у растений. Стратегия адаптации растений к различным стрессорам. Системы регуляции в условиях стресса. Надежность, ее виды. Закаливание растений. Явление сопряженной устойчивости. Устойчивость как приспособление растений к условиям существования. Общие механизмы устойчивости. Обратимые и необратимые повреждения. Ответные реакции растений на действие неблагоприятных факторов. Общие принципы адаптивных реакций растений на экологический стресс – изменение экспрессии генов и включение синтеза стрессовых, мембранных, структурных белков; перестройки мембранных систем и физиологических процессов; синтез протекторных соединений (полиамины, пролин и др.). Молекулярные механизмы устойчивости растений к различным неблагоприятным факторам. Пути повышения устойчивости растений. Перспективы использования генной инженерии для повышения резистентности растений.

### **Тема 2. Адаптация растений к условиям освещения**

Приспособления растений для улавливания и поглощения световой энергии. Листовой индекс. Адаптационные свойства фотосинтетического аппарата. Особенности пигментных систем растений разных экологических групп. Химическая природа фотосинтетических пигментов, их спектральные свойства. Образование хлорофилла, развитие хлоропластов и фотосинтез. Специфика распределения хлорофилла в хлоропластах растений разных экологических групп. Свет и фотосинтез. Характеристика световой кривой фотосинтеза. Точка компенсации. Характеристика действия стрессоров на фотосинтетическую активность растений. Методы ее изучения. Влияние интенсивности и спектрального состава света, продолжительности освещения на фотосинтез. Физиологически активная радиация. Фоторегуляция фотосинтеза. Световое довольствие растения, его кардинальные точки. Морфологические адаптации гелиофитов, гелиосциофитов и сциофитов. Примеры. Гелиоморфизм. Суточная динамика фотосинтеза. Интенсивность и продуктивность фотосинтеза у отдельных растений и в фитоценозах. Факторы, определяющие фотосинтетическую продуктивность в растительных сообществах. Адаптивные системы фотосинтеза. Свет и дыхание. Прямое и косвенное влияние света на дыхание. Окислительный метаболизм растений в разных условиях освещенности. Фотодыхание.

### **Тема 3. Устойчивость к экстремальным температурам**

Реакция растений на температуру. Механизмы терморегуляции у растений. Влияние низких положительных температур (холодоустойчивость растений), низких отрицательных температур (морозоустойчивость растений) и почвенно-климатических факторов (зимостойкость растений), высоких положительных температур (жароустойчивость растений). Реакции растений на действие холода. Пути адаптации растений к пониженной температуре. Причины гибели растений при низкой отрицательной температуре. Приспособления растений к низким отрицательным температурам. Устойчивость растений к замораживанию. Роль белков холодового шока в акклимации растений к замораживанию. Криопротекторы. Выпревание, вымокание, зимнее высыхание. Закаливание к низким температурам и происходящие при этом процессы. Методы диагностики. Жаростойкость. Роль белков теплового шока в акклимации растений к высоким температурам. Особенности жаростойких, холодостойких и морозостойких растений. Температура и фотосинтез. Температурный оптимум фотосинтеза  $C_3$ ,  $C_4$  и САМ-растений. Термозависимые и термочувствительные реакции фотосинтеза. Температура и дыхание. Температурные оптимумы дыхания растений разных экологических групп. Термозависимые и термочувствительные реакции дыхания. Пути адаптации окислительного метаболизма растений к высоким и низким температурам.

### **Тема 4. Устойчивость к недостатку влаги**

Почвенная и атмосферная засуха. Действие на растения высоких температур и водного дефицита. Засухоустойчивость растений, методы диагностики. Особенности засухоустойчивых растений. Группы растений, способных переносить засуху. Механизмы приспособления растений к засухе. Пути приспособления различных групп ксерофитов к

засухе. Повышение устойчивости к засухе. Реакция растений на водный дефицит. Водный стресс. Осмолиты, их свойства и функции. Аквапорины. Защитные и регуляторные функции белков, индуцируемых водным дефицитом. Приспособление различных ксерофитных форм и мезофитных растений к низкому водному потенциалу. Водный баланс и фотосинтез. Водный баланс и дыхание. Окислительный метаболизм растений разных экологических групп в условиях водного дефицита. Дыхание растений в условиях засухи.

#### **Тема 5. Устойчивость к недостатку или отсутствию кислорода**

Физиологические изменения при гипоксии и аноксии. Пути адаптации растений к гипоксии и аноксии. Влияние на растения избыточного увлажнения почвы. Морфолого-анатомические приспособления к корневой гипоксии. Факторы устойчивости болотных растений к затоплению. Полегание, его причины, меры предупреждения. Факторы, определяющие интенсивность газообмена. Метаболические приспособления растений к гипо- и аноксии. Акклимация растений к аноксии. Концентрация кислорода и фотосинтез. Экологическое значение и регуляция фотодыхания. Изменения окислительного метаболизма растений в условиях гипоксии и аноксии. Адаптационные свойства ферментативных систем дыхания. Эколого-физиологическая характеристика анаэробного дыхания растений. Взаимосвязь аэробного и анаэробного этапов дыхания. Взаимосвязь различных типов окислительного метаболизма. Особенности окислительного метаболизма растений разных экологических групп. Энергетическая эффективность. Адаптивные системы дыхания. Влияние концентрации кислорода на процесс фотодыхания. Повышение устойчивости растений к недостатку или отсутствию кислорода.

#### **Тема 6. Устойчивость к окислительному стрессу**

Активные формы кислорода и устойчивость растений. Биологическое значение активных форм кислорода. Повреждения биомолекул (липидов, нуклеиновых кислот, белков) активными формами кислорода. Способы снижения образования активных форм кислорода. Механизмы антиоксидантной защиты растительной клетки. Детоксикация продуктов окислительной модификации биомолекул. Работа окислительных ферментов. Внемитохондриальные окислительные ферменты (каталаза, пероксидаза, аскорбатоксидаза, полифенолоксидаза). Их характеристика, адаптационные свойства, значение для жизнедеятельности растений.

#### **Тема 7. Устойчивость к засолению и несбалансированному минеральному питанию**

Действие на растение избыточного содержания солей в почве. Реакция растений на высокое содержание солей в почве (солеустойчивость растений). Особенности приспособлений растений к условиям засоления. Типы галофитов. Механизмы адаптации галофитных организмов к солям. Солеустойчивость культурных растений и пути ее повышения. Рост и солевой обмен растений в условиях засоления. Изменение метаболизма растений в условиях засоления. Роль основных минеральных элементов в жизни растения. Влияние избытка минеральных элементов на растение. Приспособления к избытку минеральных элементов. Влияние недостатка минеральных элементов на растение. Приспособления растений к недостатку минеральных элементов. Обеспечение минеральными веществами и фотосинтез. Влияние дефицита минеральных веществ на фотосинтетический аппарат, световые и темновые реакции фотосинтеза. Минеральное питание и дыхание. Влияние дефицита минеральных веществ на окислительный метаболизм растений. Интенсивность дыхания в зависимости от уровня и вида азотного питания.

#### **Тема 8. Устойчивость к газообразным загрязнителям**

Загрязняющие атмосферу газы. Действие газов на растение. Их фитотоксичность. Газочувствительность. Загрязнение атмосферы сернистым газом, оксидами азота и углерода, соединениями фтора и др. Клеточные и ультраструктурные эффекты. Реакция растений на организменном уровне. Формирование устойчивости к газам. Механизмы газоустойчивости. Приемы повышения газоустойчивости растений.

## **Тема 9. Устойчивость к антропогенным стрессорам**

Влияние антропогенного фактора на жизнедеятельность растений. Радиационный стресс. Радиоустойчивость и ее механизмы. Озоновый стресс. Реакция растений на повышение концентрации углекислого газа в атмосфере. Накопление нитратов. Причины их аккумуляции, распределение по органам растений. Способы снижения содержания нитратов. Особенности загрязнения почв тяжелыми металлами. Тяжелые металлы в растениях. Процессы их поступления, накопления. Фитотоксичность. Действие тяжелых металлов на фотосинтез и окислительные системы растений. Пестицидные стрессы. Действие гербицидов на растения. Устойчивость растений к фунгицидам и инсектицидам.

## **5. Образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Учебный курс строится на сочетании лекционных занятий и самостоятельной работы аспирантов.

**Лекции** читаются с использованием мультимедийных презентаций. Они предполагают последовательное изложение материала, осуществляемое преимущественно в виде монолога преподавателя. Требования к лекции: современный научный уровень и насыщенная информативность, убедительная аргументация, доступная и понятная речь, четкая структура и логика, наличие ярких примеров, научных доказательств, обоснований, фактов. Предусмотрено обсуждение научных данных по итогам освоения тем.

**Самостоятельная работа** студентов включает использование библиотечного фонда и электронно-библиотечной системы, подготовку рефератов по темам с использованием журналов «Физиология растений», «Экология» и др. При отработке методов физиолого-биохимических исследований предусмотрено использование растений разных экологических групп. В период самостоятельной подготовки студенты имеют возможность обсудить заданные вопросы с преподавателем.

## **6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

В образовательном процессе используются:

- операционные системы семейства Microsoft Windows;
- программы Microsoft Office;
- программа Adobe Acrobat Reader;
- браузеры Mozilla Firefox, Google Chrome.

Для поиска учебной литературы библиотеки ЯрГУ используется:

- автоматизированная библиотечная информационная система «БУКИ-NEXT» (АБИС «Буки-Next»).

Научная библиотека ЯрГУ им. П.Г. Демидова (доступ к лицензионным современным библиографическим, реферативным и полнотекстовым профессиональным базам данных, в том числе международным реферативным базам данных научных изданий, и информационным справочным системам: реферативные базы данных Web of Science, Scopus; научная электронная библиотека eLIBRARY.RU; электронно-библиотечные системы IPRbooks, Юрайт, Проспект, издательства «ЛАНЬ»; базы данных Polpred.com, «Диссертации РГБ (авторефераты)», ProQuest Dissertations and Theses Global; электронные коллекции Springer; издательство Elsevier на платформе ScienceDirect; журналы Science (The American Association for the Advancement of Science (AAAS), Nature Publishing Group и др.) - [http://www.lib.uniyar.ac.ru/content/resource/net\\_res.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/content/resource/net_res.php)

**7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

**а) основная литература**

1. Косулина Л.Г., Луценко Э.К., Аксенова В.А. Физиология устойчивости растений к неблагоприятным факторам среды. Ростов-на-Дону: Изд-во РГУ, 2006. 236 с.

**б) дополнительная литература**

1. Березина Н.А., Афанасьева Н.Б. Экология растений. М.: Академия, 2009. 400 с.

2. Ипатова В.И. Адаптация водных растений к стрессовым абиотическим факторам среды. М.: Графикон-принт, 2005. 224 с.

3. Чиркова Т.В. Физиологические основы устойчивости растений. СПб.: СПбГУ, 2002. 244 с.

**8. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине включает в свой состав специальные помещения:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа;
- учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций,
- учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования.

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

Число посадочных мест в лекционной аудитории больше либо равно списочному составу потока.

Автор:

Доцент кафедры ботаники и микробиологии, к.б.н.



О.А. Маракаев



**Приложение № 1**  
**к рабочей программе дисциплины**  
**«Эколого-физиологические основы стресса у растений»**

**Оценочные средства**  
**для проведения текущей и/или промежуточной аттестации аспирантов**  
**по дисциплине**

**1. Типовые контрольные задания или иные материалы,**  
**необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности,**  
**характеризующих этапы формирования компетенций**

**1.1 Список вопросов и (или) заданий для проведения промежуточной аттестации**

**Список вопросов к зачету:**

1. Основные проблемы экологической фитофизиологии.
2. Стрессовые и адаптивные реакции растений на действие экстремальных факторов среды – специфические и неспецифические механизмы. Регуляторные системы клетки и стресс.
3. Общие механизмы устойчивости. Обратимые и необратимые повреждения.
4. Молекулярные механизмы устойчивости растений к различным неблагоприятным факторам, стрессовые белки и их возможная физиологическая роль. Стресс-протекторные вещества растений (полиамины, пролин и др.).
5. Влияние интенсивности и спектрального состава света, продолжительности освещения на фотосинтетический аппарат и фотосинтез.
6. Действие на растения низких отрицательных и положительных температур. Холодо- и морозостойчивость, методы диагностики.
7. Закаливание к низким температурам и происходящие при этом процессы.
8. Зимостойкость растений. Вызревание, вымокание, зимнее высыхание.
9. Засухоустойчивость растений, методы диагностики.
10. Действие на растения высоких температур и водного дефицита. Жароустойчивость.
11. Почвенная и атмосферная засуха. Пути приспособления различных групп ксерофитов к засухе.
12. Белки теплового шока растений и термотолерантность.
13. Влияние на растения избыточного увлажнения почвы. Факторы устойчивости болотных растений к затоплению.
14. Физиологические изменения при гипоксии и аноксии. Полегание, его причины, меры предупреждения.
15. Активные формы кислорода и устойчивость растений. Биологическое значение активных форм кислорода.
16. Действие на растение избыточного содержания солей в почве. Типы галофитов. Солеустойчивость культурных растений и пути ее повышения.
17. Устойчивость растений к газообразным промышленным выбросам, фунгицидам, инсектицидам и гербицидам.
18. Перспективы использования генной инженерии для повышения резистентности растений.

**Правила выставления оценки на зачете:**

Устный ответ аспиранта на зачете оценивается по 2-х балльной системе.

**Отметка «зачтено» ставится, если:**

- знания отличаются глубиной и содержательностью, дается полный исчерпывающий ответ, как на основные вопросы к зачету, так и на дополнительные;

- аспирант свободно владеет научной терминологией;
- ответ аспиранта структурирован, содержит анализ существующих теорий, научных школ, направлений и их авторов;
- ответ аспиранта логично и доказательно раскрывает проблему, предложенную для решения;
- ответ аспиранта характеризуется глубиной, полнотой и не содержит фактических ошибок;
- ответ аспиранта иллюстрируется примерами, в том числе из собственной научно-исследовательской деятельности;
- аспирант демонстрирует умение аргументировано вести диалог и научную дискуссию.

Отметка «незачтено» ставится, если:

- ответ аспиранта обнаружил незнание или непонимание сущностной части дисциплины;
- содержание вопросов не раскрыто, допускаются существенные фактические ошибки, которые аспирант не может исправить самостоятельно;
- на большую часть дополнительных вопросов по содержанию зачета аспирант затрудняется дать ответ или не дает верных ответов.

## **1.2 Контрольные задания и иные материалы, используемые в процессе текущей аттестации**

В качестве средств текущего контроля используются три контрольные работы, а также написание в течение семестра одного реферата на выбранную тему.

### **Вопросы к контрольной работе № 1**

1. Стресс у растений. Классификация стрессоров. Особенности действия стрессоров на растения.
2. Диапазоны толерантности растений. Экологическая валентность. Принцип лимитирующих факторов.
3. Неспецифическая и специфическая реакция растений на стресс. Стратегия адаптации растений к различным стрессорам.
4. Надежность, ее виды. Закаливание растений. Явление сопряженной устойчивости.
5. Стресс на клеточном, организменном и популяционном уровнях. Последовательность нарушений у растений.
6. Системы регуляции в условиях стресса. Рецепция и трансдукция внешних сигналов у растений.
7. Устойчивость как приспособление растений к условиям существования. Общие механизмы устойчивости. Явление сопряженной устойчивости.
8. Обратимые и необратимые повреждения. Ответные реакции растений на действие неблагоприятных факторов.
9. Молекулярные механизмы устойчивости растений к различным неблагоприятным факторам.
10. Пути повышения устойчивости растений. Перспективы использования в этих целях генной инженерии.

### **Вопросы к контрольной работе № 2**

1. Значение света в жизни растений. Фотосинтетические и фотоморфологические реакции. Свет и направление роста.
2. Приспособления растений для улавливания и поглощения световой энергии. Рецепторы света. Листовой индекс. Адаптационные свойства фотосинтетического аппарата.

3. Особенности пигментных систем растений разных экологических групп. Химическая природа фотосинтетических пигментов, их спектральные свойства.
4. Экологическое значение фотосинтеза. Характеристика световой кривой фотосинтеза. Точка компенсации.
5. Характеристика действия стрессоров на фотосинтетическую активность. Влияние на фотосинтез экзогенных и эндогенных факторов.
6. Световое довольствие растения, его кардинальные точки. Экологические группы растений по отношению к световому довольствию. Их морфофизиологические адаптации. Примеры. Гелиоморфизм.
7. Влияние интенсивности света на фотосинтез. Фоторегуляция фотосинтеза.
8. Влияние спектрального состава света на фотосинтез. Физиологически активная радиация.
9. Влияние продолжительности освещения на фотосинтез. Экологические группы растений по отношению к фотопериоду.
10. Свет и дыхание. Прямое и косвенное влияние света на дыхание. Окислительный метаболизм растений в разных условиях освещенности.

### **Вопросы к контрольной работе № 3**

1. Температура и фотосинтез. Температурный оптимум фотосинтеза  $C_3$ ,  $C_4$  и САМ-растений. Термозависимые и термочувствительные реакции фотосинтеза. Суточная динамика фотосинтеза.
2. Температура и дыхание. Температурные оптимумы дыхания растений разных экологических групп. Термозависимые и термочувствительные реакции дыхания. Пути адаптации окислительного метаболизма растений к высоким и низким температурам.
3. Температура и водный баланс растений. Водный дефицит. Работа нижнего и верхнего концевых двигателей в условиях водного стресса.
4. Температура и минеральное питание растений. Роль температурного фактора в поглощении, транспорте и метаболизации элементов минерального питания.
5. Температура и рост растений. Особенности роста растений разных экологических групп при различной температуре.
6. Температура и развитие растений. Термопериодизм.
7. Физиолого-биохимические основы холодостойкости. Реакции растений на действие холода. Пути адаптации растений к пониженной температуре. Криопротекторы. Способы повышения устойчивости.
8. Физиолого-биохимические основы морозостойкости. Причины гибели растений при низкой отрицательной температуре. Приспособления растений.
9. Зимостойкость растений. Повышение устойчивости к комплексу неблагоприятных факторов перезимовки. Физиология покоя.
10. Физиолого-биохимические основы закаливания растений. Этапы, их функциональное значение. Искусственное закаливание растений. Стратификация. Яровизация.
11. Физиолого-биохимические основы жароустойчивости. Белки теплового шока. Растения в условиях высоких температур. Причины гибели от них.

### **Правила выставления оценки за контрольные работы:**

- *Отлично* выставляется за полные ответы на все вопросы с включением в содержание ответа материалов лекций, учебников и дополнительной литературы.
- *Хорошо* выставляется за полный ответ на вопросы в объеме лекций или ответ с включением в содержание материала учебника, дополнительной литературы, но с незначительными неточностями.
- *Удовлетворительно* выставляется за ответ, в котором освещены в полном объеме два из трех вопросов или освещены все вопросы более чем наполовину, включая главное в содержании.

- *Неудовлетворительно* выставляется за ответ, в котором освещен в полном объеме один из трех вопросов, или освещено менее половины требуемого материала или не раскрыто главное в содержании вопросов, или нет ответов.

### **Темы рефератов:**

1. Взаимодействие органов растения в условиях стресса
2. Взаимодействие сигнальных систем
3. Виды устойчивости растений и их примеры
4. Молекулярные основы адаптации растений
5. Примеры адаптаций к комплексному действию экологических факторов
6. Примеры сопряженной устойчивости
7. Раздражение и реакция растений
8. Сигнальная функция цитоскелета
9. Стрессовые гормоны растений
10. Трансгенные растения с измененной устойчивостью
11. Физиологические механизмы стресс-толерантности растений
12. Примеры адаптации фотосинтетических механизмов
13. Экологическое значение рассеянного света
14. Влияние низкой температуры на экспрессию генов
15. Влияние температуры на рост растений
16. Механизмы терморегуляции у растений
17. Примеры повреждения растений морозом
18. Примеры устойчивости растений к экстремальным температурам
19. Термопериодизм
20. Орошение сельскохозяйственных культур
21. Суточные колебания осмотического давления у растений
22. Транспирация при затрудненном водоснабжении
23. Влияние атмосферных загрязнителей на сельскохозяйственные культуры
24. Газочувствительность травянистых растений
25. Концентрация углекислого газа и фотосинтез
26. Поглощение сернистого газа деревьями
27. Выращивание растений без почвы
28. Диагностика потребности растений в элементах минерального питания
29. Значение известкования для растений
30. Косвенное влияние кислотности почвы на растения
31. Осмотическое давление галофитов
32. Примеры устойчивости растений к засолению
33. Экологические основы применения удобрений

### **Правила выставления оценки за реферат:**

- *Отлично* выставляется, если реферат оформлен с учётом всех требований, подготовлен кратко, научно, логично, в дискуссии по реферату аспирант может ответить на все вопросы.

- *Хорошо* выставляется, если реферат оформлен с учётом всех требований, имеются замечания по подготовке доклада к реферату, в дискуссии по реферату аспирант ответил на часть вопросов.

- *Удовлетворительно* выставляется, если реферат оформлен с замечаниями по требованиям, имеются замечания по подготовке доклада к реферату, в дискуссии по реферату аспирант не ответил на вопросы.

- *Неудовлетворительно* выставляется, если реферат оформлен с замечаниями по требованиям, имеются замечания по подготовке доклада к реферату, либо доклад отсутствует, в дискуссии по реферату аспирант не ответил на вопросы, либо отказался участвовать в дискуссии, реферат отсутствует.

**Приложение № 2**  
**к рабочей программе дисциплины**  
**«Эколого-физиологические основы стресса у растений»**

**Методические указания для аспирантов по освоению дисциплины**

Основной формой изложения учебного материала по дисциплине «Эколого-физиологические основы стресса у растений» являются лекции. Для успешного освоения дисциплины очень важно самостоятельное изучение большого количества теоретического материала. Основные физиологические особенности стресса у растений разбираются на лекциях, при необходимости по наиболее трудным темам проводятся дополнительные консультации. Для решения научных задач при выполнении экспериментальных работ необходимо знать и понимать лекционный материал. Поэтому в процессе изучения дисциплины рекомендуется регулярное повторение пройденного лекционного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо дома еще раз прорабатывать и при необходимости дополнять информацией, полученной на консультациях или из учебной литературы.

Большое внимание должно быть уделено выполнению домашней работы. В качестве заданий для самостоятельной работы дома аспирантам предлагается описать механизмы стресса растений при действии разнообразных экологических факторов среды. Они аналогичны разобранным на лекциях или немного более сложные, так как требуют знаний по нескольким темам.

Для проверки и контроля усвоения теоретического материала, приобретенных практических навыков работы по функциональной диагностике растений, в течение обучения проводятся мероприятия текущей аттестации в виде контрольных работ и собеседования. Также проводятся консультации по разбору наиболее трудных вопросов рассматриваемых разделов.

В конце изучения дисциплины аспиранты сдают зачет. Он проходит в форме собеседования и включает обсуждение трех теоретических вопросов. Посещение всех аудиторных занятий является совершенно необходимым. Без упорных и регулярных занятий в течение семестра сдать зачет по итогам изучения дисциплины аспиранту практически невозможно.

## **Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспирантов по дисциплине**

Для самостоятельной работы рекомендуется использовать учебную литературу. К таким можно отнести следующие издания:

1. Лутова Л.А., Проворов Н.А., Тиходеев О.Н. и др. Генетика развития растений. СПб.: Наука, 2000, 539 с.
2. Медведев С.С., Шарова Е.И. Биология развития растений. СПб.: Изд-во СПбГУ, 2011. 253 с.
3. Новиков Н.Н. Биохимия растений. М.: Ленанд, 2014. 679 с.
4. Полевой В.В. Фитогормоны. Л.: Изд-во ЛГУ, 1982. 248 с.
5. Полевой В.В. Физиология роста и развития растений. Л.: Изд-во ЛГУ, 1991. 238 с.
6. Обзорные и экспериментальные статьи в журналах «Физиология растений», «Биохимия», «Успехи современной биологии», «Экология»: научная электронная библиотека «eLIBRARY.ru» - <http://elibrary.ru> (в свободном доступе).

### **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», рекомендованных к использованию при освоении дисциплины**

Для подбора учебной литературы рекомендуется использовать широкий спектр интернет-ресурсов:

**1. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online»** ([www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)) – электронная библиотека, обеспечивающая доступ к наиболее востребованным материалам-первоисточникам, учебной, научной и художественной литературе ведущих издательств (\*регистрация в электронной библиотеке – только в сети университета. После регистрации работа с системой возможна с любой точки доступа в Internet.).

**2. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»** (<http://window.edu.ru/library>).

Целью создания информационной системы «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» (ИС «Единое окно») является обеспечение свободного доступа к интегральному каталогу образовательных интернет-ресурсов и к электронной библиотеке учебно-методических материалов для общего и профессионального образования.

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» создана по заказу Федерального агентства по образованию в 2005-2008 гг. Головной разработчик проекта – Федеральное государственное автономное учреждение Государственный научно-исследовательский институт информационных технологий и телекоммуникаций (ФГАУ ГНИИ ИТТ «Информика») [www.informika.ru](http://www.informika.ru).

ИС «Единое окно» объединяет в единое информационное пространство электронные ресурсы свободного доступа для всех уровней образования в России. Разделы этой системы:

- **Электронная библиотека** – является крупнейшим в российском сегменте Интернета хранилищем полнотекстовых версий учебных, учебно-методических и научных материалов с открытым доступом. Библиотека содержит более 30 000 материалов, источниками которых являются более трехсот российских вузов и других образовательных и научных учреждений. Основу наполнения библиотеки составляют электронные версии учебно-методических материалов, подготовленные в вузах, прошедшие рецензирование и рекомендованные к использованию советами факультетов, учебно-методическими комиссиями и другими вузовскими структурами, осуществляющими контроль учебно-методической деятельности.

- **Интегральный каталог образовательных интернет-ресурсов** содержит представленные в стандартизированной форме метаданные внешних ресурсов, а также содержит описания полнотекстовых публикаций электронной библиотеки. Общий объем каталога превышает 56 000 метаописаний (из них около 25 000 - внешние ресурсы). Расширенный поиск в "Каталоге" осуществляется по названию, автору, аннотации, ключевым словам с возможной фильтрацией по тематике, предмету, типу материала, уровню образования и аудитории.

- **Избранное.** В разделе представлены подборки наиболее содержательных и полезных, по мнению редакции, интернет-ресурсов для общего и профессионального образования.

- **Библиотеки вузов.** Раздел содержит подборки сайтов вузовских библиотек, электронных каталогов библиотек вузов и полнотекстовых электронных библиотек вузов.

В качестве вспомогательных **интернет-ресурсов** по дисциплине используются:

Научная электронная библиотека с возможностью полнотекстового доступа к периодическим изданиям eLIBRARY: <http://www.elibrary.ru> (в свободном доступе)

Поисковая система библиографической научной информации: <http://www.maik.ru> (в свободном доступе)

Сайты научных журналов:

Физиология растений – <http://www.rusplant.ru> (в свободном доступе)

Успехи современной биологии – [http://elibrary.ru/title\\_about.asp?id=7753](http://elibrary.ru/title_about.asp?id=7753) (в свободном доступе)

Сайты научных библиотек, на которых бывает открыт полнотекстовый доступ к российским и зарубежным журналам:

Библиотека по естественным наукам РАН – <http://www.benran.ru>

Государственная публичная научно-техническая библиотека России – <http://www.gpntb.ru>

Центральная научная сельскохозяйственная библиотека – <http://www.cnsnb.ru>

Для самостоятельного подбора литературы в библиотеке ЯрГУ рекомендуется использовать:

**1. Личный кабинет** ([http://lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_login.php](http://lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_login.php)) дает возможность получения on-line доступа к списку выданной в автоматизированном режиме литературы, просмотра и копирования электронных версий изданий сотрудников университета (учеб. и метод. пособия, тексты лекций и т.д.) Для работы в «Личном кабинете» необходимо зайти на сайт Научной библиотеки ЯрГУ с любой точки, имеющей доступ в Internet, в пункт меню «Электронный каталог»; пройти процедуру авторизации, выбрав вкладку «Авторизация», и заполнить представленные поля информации.

**2. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ** ([http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php)) содержит более 2500 полных текстов учебных и учебно-методических материалов по основным изучаемым дисциплинам, изданных в университете. Доступ в сети университета, либо по логину/паролю.

**3. Электронная картотека «Книгообеспеченность»** ([http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_bookreq\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_bookreq_find.php)) раскрывает учебный фонд научной библиотеки ЯрГУ, предоставляет оперативную информацию о состоянии книгообеспеченности дисциплин основной и дополнительной литературой, а также цикла дисциплин и специальностей. Электронная картотека «Книгообеспеченность» доступна в сети университета и через Личный кабинет.