

*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования «Российский университет дружбы народов»*

Аграрно-технологический институт

Рекомендовано МССН

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Наименование дисциплины ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ РАСТЕНИЙ**

**Рекомендуется для направления подготовки/специальности**

**35.03.04 «Агрономия»**

**Направленность программы – Агрономия**

Квалификация (степень) выпускника – бакалавр

Форма обучения – очная

## 1. Цели и задачи дисциплины:

**Целью** дисциплины является формирование необходимых знаний о процессах, происходящих в растительном организме, их взаимосвязи и зависимости от внешних и внутренних факторов; о регуляции этих процессов самим растением и о возможностях их регулирования человеком; знакомство с методами выращивания растений в естественных и искусственных условиях, методами получения высоких урожаев, возможностями сохранения биосферы.

## 2. Место дисциплины в структуре ОП ВО:

Дисциплин «Физиология и биохимия растений» относится к базовой части блока учебного плана.

В таблице № 1 приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций дисциплины в соответствии с матрицей компетенций ОП ВО.

### Предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций

№ п/п	Шифр и наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины (группы дисциплин)
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>			
1	(ОПК-4) Способен реализовывать современные технологии и обосновывать их применение в профессиональной деятельности	Ботаника	Растениеводство Овощеводство
2	(ОПК-5) Способен к участию в проведении экспериментальных исследований в профессиональной деятельности	Ботаника Органическая химия	Растениеводство Овощеводство

### **3.Требования к результатам освоения дисциплины:**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

понимание процессов, происходящих в растительном организме, их взаимосвязи и зависимости от внешних и внутренних факторов; регуляции этих процессов самим растением и о возможностях их регулирования человеком.

умение использовать основные закономерности физиологии растений в профессиональной деятельности, применять методы физиологии растений для выращивания растений в естественных и искусственных условиях, оценивать физиологическое состояние растений.

Умение использовать методы улучшения условий для роста и развития растений, анализировать научную, научно-техническую и практическую информацию по технологиям производства сельскохозяйственной продукции.

#### **Общепрофессиональные компетенции (ОПК-4), (ОПК-5):**

**ОПК-4.** Способен реализовывать современные технологии и обосновывать их применение в профессиональной деятельности;

**ОПК-5.** Способен к участию в проведении экспериментальных исследований в профессиональной деятельности.

#### **В результате изучения дисциплины студент должен:**

##### **Знать:**

- структурно-функциональную организацию растительной клетки,
- основы энергетического баланса растений,
- основы минерального и водного баланса растений,
- закономерности роста и развития растений;
- основные защитные механизмы растений от неблагоприятных факторов окружающей среды.

##### **Должен уметь:**

- определять недостаток или избыток минерального питания растений по его внешнему виду,
- пользоваться спектрофотометром,

##### **Владеть:**

- методами оценки концентрации хлорофилла в растениях

- знаниями о ростостимулирующих процессах в растении.

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единицы.

Вид учебной работы	Всего	Семестры			
		7	8	9	A
Аудиторные занятия (всего)	75	27	18	18	16
В том числе:	-	-	-		
<i>Лекции</i>	32	9	6	9	8
<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>	47	18	12	9	8
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	103	65	12	12	14
<b>Контроль</b>	34	16	6	6	6
Общая трудоемкость час	216	108	36	36	36

#### 5 Содержание разделов дисциплины

##### Раздел 1. Введение в физиологию

Объект, предмет и задачи физиологии растений. Место физиологии растений среди других наук. Методы физиологии растений. Особенности зеленого растения, влияющие на его физиологию.

##### Раздел 2. Структурно-функциональная организация клетки

*Строение, свойства и функции нуклеиновых кислот*

Химия нуклеиновых кислот. Передача наследственной информации из ядра в цитоплазму. Репликация. Транскрипция. Организация ядра.

*Химия белков*

Аминокислоты. Первичная, вторичная, третичная и четвертичная структура. Трансляция. Рибосомы.

*Химический состав, строение, свойства и функции универсальной мембраны*

Химия липидов. Механизмы транспорта веществ через мембраны. Мембранные органеллы. Эндоплазматический ретикулум, аппарат Гольджи, вакуоли, пероксисома, митохондрии, хлоропласты

##### Раздел 3. Дыхание растений

*Общая характеристика дыхания и его значение в жизни растений*

Химизм дыхания. Гликолиз, цикл трикарбоновых кислот, пентозофосфатный окислительный путь, глиоксилатный цикл. Дыхательная цепь, ее состав, локализация и функции. Физиологический показатель эффективности дыхания и его зависимость от внешних и внутренних факторов. Интенсивность дыхания и ее зависимость от внешних и внутренних факторов. Причины повреждения и гибели растений в условиях

гипоксии и аноксии; активные формы кислорода и их роль.

*Связь дыхания с другими функциями организма*

Дыхание как саморегулируемый процесс. Особенности дыхания различных органов и тканей растения. Дыхание растений разных экологических групп. Изменение дыхания в онтогенезе растения. Дыхательный коэффициент и его зависимость от внешних и внутренних факторов.

#### **Раздел 4. Фотосинтез**

*Общая характеристика фотосинтеза и его роль в жизни растения*

Роль зеленых растений в биосфере. Строение и оптические свойства листа как органа фотосинтеза. Хлоропласт, строение, свойства и функции. Хлорофиллы и каротиноиды, их свойства и роль в фотосинтезе.

*Световая фаза фотосинтеза*

Светособирающие (антенные) комплексы. Пигментные системы. Переносчики электронов. Электронтранспортная цепь фотосинтеза. Фотосинтетическое фосфорилирование.

*Темновая фаза фотосинтеза*

C3-цикл, C4-цикл, САМ-цикл, гликолатный цикл. Особенности фотосинтеза у C4-растений и растений типа САМ. Интенсивность и продуктивность фотосинтеза. Влияние внешних и внутренних факторов на фотосинтез. Взаимодействие факторов при фотосинтезе. Особенности дневного хода фотосинтеза у растений различных экологических групп.

#### **Раздел 5. Водный обмен**

*Механизмы поступления воды в растение*

Корневое давление, его роль в жизни растения. Транспирация и гуттация, типы транспирации. Интенсивность и продуктивность транспирации, транспирационный коэффициент. Влияние внешних и внутренних факторов на величину корневого давления, интенсивность транспирации, транспирационный коэффициент и устьичные движения. Способы повышения продуктивности транспирации. Методы учета транспирации. Механизмы устьичных движений. Влияние внешних факторов на суточный ход движения устьиц. Относительная транспирация. Транспирация как саморегулируемый процесс.

*Транспорт воды по растению*

Верхний и нижний концевые двигатели водного тока, их характеристика и взаимодействие. Физиологическая засуха и ее причины. Физиологические основы орошения.

#### **Раздел 6. Минеральное питание**

*Метод водных культур и его использование для доказательства автотрофности зеленого растения*

Физиологическая роль макро- и микроэлементов; расстройства, возникающие при их недостатке. Круговорот элементов минерального питания в растении.

*Основные закономерности поглощения веществ корневой системой*

Зависимость поглощения веществ корнем от состава, концентрации, величины рН почвенного раствора, его аэрации и температуры. Зависимость поглощения веществ от других физиологических функций.

#### *Ассимиляция элементов минерального питания*

Ассимиляция в растении азота, фосфора и серы. Зависимость превращения веществ в растении от внешних и внутренних факторов.

### **Раздел 7. Рост и движения растений**

#### *Основные закономерности роста растений*

Клеточная основа роста, корреляции, полярность, периодичность. Закон Сакса и его роль в агрономии. Фазы роста клеток, их характеристика.

#### *Покой растений, его виды и значение*

Вынужденный покой. Глубокий покой.

Физиологические изменения, происходящие в растении при переходе к покою. Причины покоя. Способы нарушения и продления покоя.

#### *Фитогормоны*

Ауксины, гиббереллины, цитокинины, абсцизовая кислота, этилен, brassinosteroids, пептидные гормоны, жасмоновая, салициловая кислоты. Характеристика, роль в жизни растения и использование в растениеводстве. Биотесты и их использование для идентификации фитогормонов.

#### *Движения растений*

Тропизмы и настии, их классификация и характеристика. Механизмы тропических и настических движений. Значение тропизмов.

### **Раздел 8. Фотопериодизм, его характеристика и значение**

Короткодневные, длиннодневные и нейтральные растения. Лист как рецептор в фотопериодической реакции. Фитохром. Фотопериодическая индукция. Гормоны цветения. Гормональная теория зацветания растений М. Х. Чайлахяна.

### **Раздел 9. Адаптация и устойчивость растений**

#### *Общие понятия)*

Стресс, адаптация, устойчивость.

#### *Недостаток воды и его действие на растения*

Типы приспособления растений к засухе, их характеристика. Физиологические особенности суккулентов. Онтогенетические приспособительные реакции растений-мезофитов в условиях водного стресса и высокой температуры.

#### *Действие на растения избытка солей*

Солеустойчивость растений. Типы галофитов, их характеристика. Причины и характер повреждения и гибели растений при засолении почвы.

#### *Влияние низких температур на растения*

Холодоустойчивость растений, причины гибели растений под влиянием низких положительных температур. Действие отрицательных температур на растения. Морозостойкость растений. Зимостойкость растений, условия и причины вымерзания растений. Адаптация растений к условиям перезимовки.

#### *Действие на растения гипоксии и аноксии*

Адаптация растений к условиям затопления.

*Действие вредных веществ атмосферы, ультрафиолетовой радиации, тяжелых*

металлов

Общие механизмы устойчивости растений к стрессам и структура адаптационного процесса

## 5.2. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела	Лекции	СР	ЛР	Контр	Всего
1.	Введение.	2	2	-		6
2.	Структурно-функциональная организация клетки.	2	10	4		22
3.	Дыхание растений.	2	12	4		26
4.	Фотосинтез.	6	14	10		32
5.	Водный обмен растения	2	12	6		24
6.	Минеральное питание.	6	14	6		32
7.	Рост и движения растений.	6	14	6		25
8.	Фотопериодизм, его характеристика и значение	2	9	2		22
9.	Адаптация и устойчивость растений.	4	16	9		24
10	Итого	32	103	47	34	

## 6. Лабораторный практикум

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудо-емкость (час.)
1.	2	Строение нуклеиновых кислот	2
2	2	Строение липидов	2
3	3	Структурно-функциональная организация митохондрий	2
4	3	Определение дыхательного коэффициента	2
5	4	Методы получения и разделения смеси пигментов зеленого листа	2
6.	4	Определение спектра поглощения пигментов фотосинтеза	2
7	4	Определение концентрации хлорофиллов	2
8	4	Структурно-функциональная организация хлоропластов	2
9	4	Определение доли дополнительного освещения	2
10	5	Клетка как осмотическая ячейка	2
11	5	Определение транспирации весовым методом	2
12	5	Определение водного потенциала растительной ткани методом полосок по Лилиенштерн	2

13	6	Метод водных культур	4
14	6	Определение общей и рабочей адсорбирующей поверхности корневой системы	2
15	7	Влияние ауксина и цитокинина на прорастание семян	4
16	7	Влияние препаратов на основе наночастиц серебра на прорастание семян риса	5
17	7	Влияние ауксина, цитокинина, гибберелина на формирование корней у ростков фасоли	4
4.	9	Влияние солей разной концентрации на всхожесть семян	4

## 7. Практические занятия (семинары)

Не предусмотрено

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

1. Учебные классы, оборудованные мультимедийными проекторами.
2. Компьютерные классы АТИ, информационного библиотечного центра РУДН с доступом к электронно-библиотечной системе РУДН, сети интернет.
3. Учебные и научные лаборатории.
4. Весовое оборудование

## 9. Информационное обеспечение дисциплины

### а) Программное обеспечение:

- Windows 7,10Корпоративная
- MicrosoftOffice.
- AdobeAcrobat.

### б) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

<http://quakes.globalincidentmap.com/>,

<http://www.globalincidentmap.com/>,

[http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/recenteqsww/Quakes/quakes\\_all.php](http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/recenteqsww/Quakes/quakes_all.php),

[http://www.thesis.lebedev.ru/forecast\\_activity.html](http://www.thesis.lebedev.ru/forecast_activity.html)

Электронно-библиотечная система РУДН – ЭБС РУДН:

<http://lib.rudn.ru:8080/MegaPro/Web>

Учебный портал РУДН (<http://web-local.rudn.ru>);

Университетская библиотека онлайн: <http://www.biblioclub.ru>

Национальный цифровой ресурс "РУКОНТ": <http://rucont.ru>

IQlib: <http://www.iqlib.ru>

ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>

EBSCO: <http://search.ebscohost.com>

Sage Publications: <http://online.sagepub.com>

Springer/Kluwer: <http://www.springerlink.com>

Taylor & Francis: <http://www.informaworld.com>

Web of Science: <http://www.isiknowledge.com>

Университетская информационная система РОССИЯ:

<http://www.cir.ru/index.jsp>

Учебный портал РУДН: <http://web-local.rudn.ru/>

Консультант студента <http://www.studmedlib.ru>

Программа «РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева» и другие Интернет программы по агрохимии

## **10. Учебно-методическое обеспечение дисциплины:**

### **а) основная литература:**

- 1) Кузнецов Вл. В., Дмитриева Г.А. Физиология растений. – М.: Высш. шк., 2021. – 836 с.
- 2) Кретович, В.Л. Биохимия растений /В.Л. Кретович. – М.: Высшая школа, 2000. - 445 с.
- 3) Дмитриева Г.А. Контролирующая программа по физиологии растений. – М.: РУДН, 2007. – 41 с.

### **б) дополнительная литература:**

- 1) Беликов, П.С. Физиология растений: Учебное пособие. / П.С. Беликов, Г.А. Дмитриева. – М.: Изд-во РУДН, 2002. - 248 с.
- 2) Курсанов, А.Л. Транспорт ассимилятов в растении /А.Л. Курсанов. – М.: Наука, 1999. - 648 с
- 3) Лебедев, С.И. Физиология растений / С.И. Лебедев. – М.: Колос, 2008. - 544 с.
- 4) Медведев, С.С. Физиология растений: Учебник. / С.С. Медведев. - СПб.: Изд-во Санкт-Петерб. ун-та, 2004. - 336 с.
- 5) Плешков, Б.П. Биохимия сельскохозяйственных растений / Б.П. Плешков. – М.: Агропромиздат, 2007. - 494 с.
- 6) Полевой, В.В. Физиология растений / В.В. Полевой. – М.: Высшая школа, 2006. - 464 с.
- 7) Словарь терминов и понятий по физиологии и биохимии растений/ Уч. пособие. М.:ФГОУ ВПО РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева. 2007. - 100с.
- 8) Третьяков, Н.Н. Физиология и биохимия сельскохозяйственных растений. / Н.Н. Третьяков, Е.И. Кошкин, Н.М. Макрушин и др.; Под ред. Н.Н. Третьякова. – М.: Колос, 2000. - 640 с.

- 9) Физиология растений: Учебник для студентов вузов. / Н.Д. Алехина, Ю.В. Балнокин, В.Ф. Гавриленко и др.; Под ред. И.П. Ермакова. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. - 640 с.
- 10) Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля) Дмитриева Г. А. Практикум по физиологии растений. – М.: РУДН, 2005. – 107 с.

## **11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Самостоятельная работа должна быть направлена на углубленное изучение актуальных проблем физиологии растений, последних достижений науки и возможностей их практического использования. Растительный организм необходимо рассматривать как совокупность систем различной степени сложности. Внимательно изучите особенности растений как автотрофного организма. Его уникальные функции – фотосинтез и минеральное питание. Обратите особое внимание на азотный обмен растений и его роль в круговороте азота в природе. Заслуживает пристального изучения продукционный процесс агроценозов. Большое значение имеют вопросы эндогенной регуляции, зависимости энергетического и пластического обмена от напряженности условий среды и действия биотических факторов.

Практическое значение имеют физиологические основы орошения, показатели продуктивности расхода воды, применение удобрений как способа повышения урожая и эффективности использования воды. Особое внимание обратить на основные закономерности роста и его гормональную регуляцию, физиологические основы применения регуляторов роста. Необходимо подробно рассмотреть фотопериодизм, термопериодизм и яровизацию как способы синхронизации жизненного ритма с ходом сезонных изменений в природе, возможности управления развитием растений.

При изучении вопросов адаптации и устойчивости растений к действию неблагоприятных факторов среды, патогенов и вредителей 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 физиологии растений, необходимо не упускать из вида, что растение – это сложная саморегулирующаяся адаптивная система, все элементы которой взаимосвязаны. Только изучив закономерности

функционирования этой системы, можно управлять процессом их формирования и функционирования в биотехнологиях

## **12. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

Материалы для оценки уровня освоения учебного материала дисциплины «**Физиология и биохимия растений**» (оценочные материалы), включающие в себя перечень компетенций с указанием этапов их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания, типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, разработаны в полном объеме и доступны для обучающихся на странице дисциплины в ТУИС РУДН.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО РУДН.

### **Разработчики:**

Старший преподаватель Агробиотехнологического  
Департамента АТИ Е.М. Чудинова\_

### **Руководитель программы**

доцент Агробиотехнологического  
Департамента АТИ В.В.Введенский

**Директор Агробиотехнологического  
Департамента АТИ**

**Е.Н.Пакина**

Агробиотехнологический департамент

УТВЕРЖДЁН  
на заседании департамента

«\_\_»\_\_\_\_\_21\_\_г., протокол №\_\_\_\_  
Директор департамента  
\_\_\_\_\_ Е.Н.Пакина  
(подпись)

## **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

### **ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

Физиология и биохимия растений  
(наименование дисциплины)

35.03.04 «Агрономия»  
(код и наименование направления подготовки)

Бакалавриат  
Квалификация (степень) выпускника

Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине Физиология и биохимия растений

Специальность: 35.03.04 Агронмия\_\_7 семестр

Код контролируемой компетенции или её части	Контролируемый раздел дисциплины	Контролируемая тема дисциплины	Формы контроля				Баллы темы	Баллы раздела
			Посещение лекций	Выполнение лабораторной работы	Самостоятельная работа	Выполнение контрольных работ		
ОПК-4 ОПК-5	<b>Введение. Структурно-функциональная организация клетки</b>	Физиология растений как наука. Сравнение растительной и животной клетки. Организация ядра.	1	5		10	16	28
		Нуклеиновые кислоты и белки		5	2		7	
		Клеточная стенка. Биологические мембраны. Клеточные органеллы		5			5	
	<b>Дыхание растений</b>	Общая характеристика дыхания. Химизм дыхания.	1	5		10	16	22
Энергетика дыхания.		1	5			6		

	<b>Фотосинтез.</b>	Общая характеристика фотосинтеза. Роль зеленых растений в биосфере.	1	5		10	16	30
		Световая фаза фотосинтеза.	1	10			11	
		Темновая фаза фотосинтеза.	1		2		3	
	Итоговая аттестация					20	20	20
Итого		6	40	4	50	20	100	

Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине Физиология и биохимия растений

Специальность: 35.03.04 Агротомия\_8 семестр

Код контролируемой компетенции или её части	Раздел	Тема	Формы контроля				Баллы темы	Баллы раздела
			Посещение лекций	Работа на лабораторных занятиях	Выполнение домашних заданий	Выполнение контрольных работ		
7ОПК-4 ОПК-5	<b>Водный обмен растения.</b>	Водный обмен клетки. Клетка как открытая термодинамическая система	1	5		10	16	32
		Механизмы поступления и транспорта воды в растении.	1	5	10		16	
	Минеральный обмен	Физиологическая роль элементов минерального питания. Метод водных культур. Влияние азота, фосфора и калия на рост растений.	1	10	15	10	36	48
		Основные закономерности поглощения веществ корневой системой	1	5			6	

		Ближний и дальний транспорт веществ в растении. Выделение веществ	1	5			6	
	Итоговая аттестация					20	20	20
	Итого		5	30	25	40	100	100

Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине Физиология и биохимия растений

Специальность: 35.03.04 Агротехнология 9 семестр

Код контролируемой компетенции или её части	Раздел	Тема	Формы контроля				Баллы темы	Баллы раздела
			Посещение лекций	Работа на лабораторных занятиях	Выполнение домашних заданий	Выполнение контрольных работ		
ОПК-4 ОПК-5	Рост и движения растений	Основные закономерности роста растений. Покой, его причины и значение.	1			10		

		Гормональная система растений	1	10	16	10		
		Движения растений	1			10		
	Фотопериодизм, его характеристика и значение	Фотопериодизм	1		10	10	3	24
							1	
	Итоговая аттестация					20	20	20
	Итого		4	10	26	60	100	100

Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине Физиология и биохимия растений

Специальность: 35.03.04 Агротомия\_\_ семестр А

Код контролируемой компетенции или её части	Раздел	Тема	Формы контроля				Баллы темы	Баллы раздела
			Посещение лекций	Работа на лабораторных занятиях	Выполнение домашних заданий	Выполнение контрольных работ		
ОПК-4 ОПК-5	Устойчивость растений к неблагоприятным факторам среды	Недостаток воды и его действие на растения.	1		10		11	80
		Действие на растения избытка солей	1	10	6	20	37	
		Влияние низких температур на растения	1	5	10		16	

		Устойчивость к ультрафиолету, тяжелым металлам. Газоустойчивость	1		10	15	16	
	Итоговая аттестация					20	20	20
	Итого		4	15	36	45	100	100

## Критерии оценки контролируемых видов работ

№ п/п	Оцениваемые параметры	Представление оценочного средства в фонде
<i>Аудиторная работа</i>		
1	<b>Выполнение лабораторной работы</b> Система практических заданий, направленных на формирование практических навыков у обучающихся	<b>Фонд практических заданий</b>
2	<b>Тесты</b> Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	<b>База тестовых заданий</b>
3	<b>Рубежная аттестация</b> Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования преподавателя с обучающимися.	<b>Вопросы по темам/разделам дисциплины</b>
4	<b>Итоговая аттестация</b> Средство контроля, организованное как аудиторное занятие, на котором обучающимся необходимо самостоятельно продемонстрировать усвоение учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины.	<b>Вопросы по итоговой аттестации</b>
5	<b>Зачет</b> Форма проверки качества выполнения студентами лабораторных работ, усвоения учебного материала практических и семинарских занятий, успешного прохождения производственной и преддипломной практик и выполнения в процессе этих практик всех учебных поручений в соответствии с утвержденной программой.	<b>Примеры заданий/вопросов, пример зачетного билета</b>
6	<b>Экзамен</b> Оценка работы студента в течение семестра (года, всего срока обучения и др.) и призван выявить уровень, прочность и систематичность полученных им теоретических и практических знаний, приобретения навыков самостоятельной работы, развития творческого мышления, умение синтезировать полученные знания и применять их в решении практических задач.	<b>Примеры заданий/вопросов, пример экзаменационного билета</b>

### **11 Самостоятельная работа студента**

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование раздела</b>	<b>Задание</b>	<b>Трудоемкость</b>
1.	Введение.	Проработка лекции Подготовка к контрольной работе	2
2.	Структурно-функциональная организация клетки.	Проработка лекции Оформление лабораторных работ Подготовка к контрольной работе	13
3.	Дыхание растений.	Проработка лекции Оформление лабораторных работ Подготовка к контрольной работе	15
4.	Фотосинтез	Проработка лекции Оформление лабораторных работ Подготовка к контрольной работе	30
5.	Водный обмен растения	Проработка лекции Оформление лабораторных работ Подготовка к контрольной работе	12
6.	Минеральное питание.	Проработка лекции Оформление лабораторных работ Подготовка к контрольной работе	12
7.	Рост и движения растений.	Проработка лекции Оформление лабораторных работ Подготовка к контрольной работе	12
8.	Фотопериодизм, его характеристика и значение	Проработка лекции Оформление лабораторных работ Подготовка к контрольной работе	12
9.	Адаптация и устойчивость растений.	Проработка лекции Оформление лабораторных работ Подготовка к контрольной работе	14

### **Вопросы для самопроверки и обсуждений по темам.**

#### **1,2 Введение. Структурно-функциональная организация клетки**

- 1 Нарисовать нуклеотид трифосфат
- 2 Образование пептидной связи. Первичная, вторичная, третичная и четвертичная структура белка
- 3 Нарисовать общую формулу фосфолипидов
- 4 Строение и функции ядра. Репликация. Транскрипция
- 5 Созревание мРНК. Схема мРНК.
- 6 Трансляция. Основные участники трансляции
- 7 Строение биологических мембран. Активный и пассивный транспорт.
- 8 Виды и функции эндоплазматического ретикулума
- 9 Функции аппарата Гольджи. Схема транспорта (эндоплазматический ретикулум, аппарат Гольджи, плазматическая мембрана, вакуоли)
- 10 Виды вакуолей, их функции
- 11 Функция пероксисом

### 3 Дыхание

1. Гликолиз. Общий химизм реакций.
2. Цикл Кребса. Последовательность реакций
3. Электрон-транспортная цепь митохондрий. Особенности растительных митохондрий: альтернативные дегидрогеназы, альтернативная оксидаза. Комплексы I, II, III и IV. Синтез АТФ на мембране митохондрий

### 4 Фотосинтез

1. Хлорофиллы. Общие принципы организации молекулы. Спектр поглощения хлорофиллов. Энергетические переходы в молекуле хлорофилла. Белковые комплексы, содержащий хлорофилл. Миграция энергии. Окислительно-восстановительные реакции с участием хлорофилла. Продукция активных форм кислорода.
2. Каротиноиды. Протекторная роль каротиноидов в фотосистемах.
3. Продукция активных форм кислорода с участием возбужденного хлорофилла. Экологические факторы, способствующие образованию синглетного кислорода. Защитные механизмы.
4. Строение и функционирование ФС I. Ассоциация и диссоциация с подвижным светособирающим комплексом. Кооперация работы ФС I и ФС II. Локализация ФС I в мембране тилакоидов.
5. Строение и функционирование фотосистемы II. Водоокисляющий комплекс и реакции образования кислорода. Работа реакционного центра. Участие ФС II в нециклическом потоке  $e^-$ . Работа ФС II в циклическом режиме. Локализация ФС II и взаимодействие со светособирающим комплексом.
6. Взаимосвязь между фотосинтетической функцией и ультраструктурой хлоропластов. Локализация белковых комплексов на мембранах тилакоидов (ССК, ФСII, ФСI, цитохром-*b/f*-комплекс, АТФ-синтаза).
7. Фиксация  $CO_2$  в растительной клетке. Сравнительная характеристика основных карбоксилаз в клетке: RubisCO и ФЕП-карбоксилазы. Механизм концентрирования  $CO_2$  у C-4 – растений. Регуляторные функции углекислоты в реакции открывания/закрывания устьиц, активация темновых и световых реакций фотосинтеза.
8. Восстановительный пентозофосфатный путь (цикл Кальвина). Основные этапы и биохимические реакции, входящий в цикл. Характеристика RubisCO как ключевого фермента. Регуляция активности ферментов цикла Кальвина.
9. Взаимозависимость световой и темновой фазы фотосинтеза. Регуляция цикла Кальвина. Участие тиоредоксиновой системы, концентрации  $Mg^{2+}$ , pH.
10. Фотодыхание. Ключевая реакция, запускающая процесс фотодыхания. Понятие об углекислотном компенсационном пункте фотосинтеза. Сравнение углекислотного компенсационного пункта у C3 и C4 растений.
11. C-4 фотосинтез. Адаптивное экологическое значение C-4 фотосинтеза.
12. САМ-метаболизм. Основные особенности САМ-растений. Суточная динамика процессов фиксации и восстановления  $CO_2$  у САМ-растений. Экологическое значение САМ-метаболизма.

### 5 Водный обмен растений

1. Водный обмен растений. Составляющие водного потенциала: осмотический, матричный, гидравлический и гравитационный. Понятия о тургоре, плазмолизе. Аквапорины.
2. Верхний и нижний концевой двигатель водного потока. Поглощение воды корнем, создание корневого давления. Капиллярные эффекты. Силы адгезии и когезии. Транспирация и способы её регуляции. Устьичные движения.

3. Загрузка терминальной флоэмы листа фотоассимилятами. Симпластический и апопластический путь.

### **6 Минеральный обмен**

1 Сколько грамм  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  и  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  нужно взять для приготовления 1М раствора объемом 1 л, 0,5л

2 Какой объем 10-кратного раствора нужно взять, чтобы получить 0,5, 1, 2 литра 1-кратного раствора

3 Концентрация исходного раствора 10г/л. Какой объем исходного раствора нужно взять, чтобы получить 1л раствора с концентрацией 1г/л.

4 Концентрация исходного раствора 2,5г /л. Какой объем исходного раствора нужно взять, чтобы получить 1л раствора с концентрацией 0,25г/л.

5 Поступление минеральных веществ в растение

6 Физиологическая роль магния в жизни растения.

7 Физиологическая роль серы в жизни растения

8 Физиологическая роль железа в жизни растения.

9 Физиологическая роль микроэлементов в жизни растения.

10 Что такое апопласт? Симпласт?

11 Основные типы азотсодержащих соединений

12 Основные типы фосфорсодержащих соединений

13 Функции калия

14 В состав каких соединений входит сера?

15 Роль кальция

16 Восстановление нитратов у растений

17 Ассимиляция аммония

### **7,8 Рост и движения растений. Фотопериодизм**

1 Определение роста растения

2 Кривая роста

3 Периоды индивидуального развития растения

4 Свойства гормонов

5 Физиологические эффекты ауксинов

6 Применение ауксинов в сельском хозяйстве

7 Физиологические эффекты цитокининов

8 Цитокинины и паразиты растений

9 Физиологические эффекты гиббереллинов

10 Физиологические эффекты абсцизовой кислоты

11 Физиологические эффекты этилена

12 Брассиностероиды

13 Жасмоновая кислота

14 Салициловая кислота

15 Покой растений

16 Характеристика фототропинов, криптохромов, фитохромов

17 Группы растений по отношению к длине дня

18 Цветение и фотопериодизм

19 Термопериодизм

20 Движения растений

### **9 Устойчивость растений к неблагоприятным факторам внешней среды**

1 Определение стресса и стрессора

2 Виды стрессоров

3 Определение устойчивости, акклимации, адаптации

- 4 Водный дефицит и засухоустойчивость
- 5 Действие повышенного содержания солей в почве и солеустойчивость
- 6 Акклимация к высоким температурам
- 7 Акклимация к низким температурам
- 8 Кислородный дефицит, газоустойчивость
- 9 Устойчивость к тяжелым металлам
- 10 Механизмы защиты растений от фитопатогенов

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО РУДН/ФГОС ВО.

Разработчик:

должность, название кафедры

подпись

Е.М. Чудинова

инициалы, фамилия

Руководитель программы

должность, название кафедры

подпись

В.В. Введенский

инициалы, фамилия

название департамента

подпись

инициалы, фамилия

Директор Агробиотехнологического департамента

Е.Н. Пакина

## **Примеры билетов к зачету и экзамену**

### **ЗАЧЕТНЫЙ БИЛЕТ № 1**

1. Строение и функции ядра. Репликация. Транскрипция
2. Цикл Кребса. Последовательность реакций
3. Каротиноиды. Протекторная роль каротиноидов в фотосистемах.

### **БИЛЕТ К ЭКЗАМЕНУ**

#### **БИЛЕТ №1**

#### **БИЛЕТЫ К ЭКЗАМЕНУ**

##### **БИЛЕТ №1**

1. Физиологическая роль микроэлементов в жизни растения.
2. Применение ауксинов в сельском хозяйстве.
3. Виды стрессоров.

Обсуждено на заседании департамента \_\_\_\_\_ протокол № \_\_\_\_\_

Составитель \_\_\_\_\_ Е.М. Чудинова

Директор департамента \_\_\_\_\_ Е.Н. Пакина

**Балльно-рейтинговая система:**

<b>Баллы БРС</b>	<b>Традиционн ые оценки РФ</b>	<b>Оценки ECTS</b>
95 - 100	5	A
86 - 94		B
69 - 85	4	C
61 - 68	3	D
51 - 60		E
31 - 50	2	FX
0 - 30		F
51-100	Зачет	Passed

Пояснение к таблице оценок:

**Описание оценок ECTS**

<b>A</b>	<b>“Отлично”</b> - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.
<b>B</b>	<b>“Очень хорошо”</b> - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения большинства из них оценено числом баллов, близким к максимальному.
<b>C</b>	<b>“Хорошо”</b> - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.
<b>D</b>	<b>“Удовлетворительно”</b> - теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

<b>Е</b>	<b>“Посредственно”</b> - теоретическое содержание курса освоено частично, некоторые практические навыки работы не сформированы, многие предусмотренные программой обучения учебные задания не выполнены, либо качество выполнения некоторых из них оценено числом баллов, близким к минимальному.
<b>FX</b>	<b>“Условно неудовлетворительно”</b> - теоретическое содержание курса освоено частично, необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, либо качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному; при дополнительной самостоятельной работе над материалом курса возможно повышение качества выполнения учебных заданий.
<b>Ф</b>	<b>“Безусловно неудовлетворительно”</b> - теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, всевыполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к какому-либо значимому повышению качества выполнения учебных заданий.

### **Критерии оценки:**

Положительными оценками, при получении которых курс засчитывается обучаемому как пройденный, являются оценки А, В, С, D и Е.

Студент, не изучивший все темы и разделы дисциплины «Агрохимия», указанные в сводной оценочной таблице, не может быть аттестован.

Раздел или тема дисциплины считаются освоенными, если студент набрал более 50% от максимального балла, предусмотренного для данного раздела или темы.

В случае, если студент за отдельные разделы или темы дисциплины набрал менее 50% от максимального предусмотренного балла, по решению преподавателя и с согласия студента в течение учебного семестра могут быть повторно проведены мероприятия текущего контроля успеваемости или выданы дополнительные учебные задания по данным темам или разделам.

При выполнении студентом дополнительных учебных заданий или повторного прохождения мероприятий текущего контроля полученные им баллы засчитываются как баллы за конкретные темы. При этом итоговая сумма баллов не может превышать максимального количества баллов, установленного по данным темам.

Обязательным для студентов является посещение лекций, лабораторных занятий или семинаров, а также выполнение всех видов мероприятий текущего контроля, предусмотренных для дисциплины. Критерии оценки для отдельных фондов оценочных средств размещены на ТУИС в рамках ресурса «Фонд оценочных средств» и доступны студентам для ознакомления.

Студент аттестовывается лишь в том случае, если за семестр он набрал не менее 51 балла.

Студенты, набравшие в течение семестра в рамках мероприятий текущего контроля и рубежных аттестаций по дисциплине образовательной программы менее 51 балла и получившие оценку FX, обязаны сдавать экзамен или зачёт в соответствии с учебным планом.

Сдача экзамена или зачета засчитывается не более, чем на 20 баллов.

К сдаче промежуточной аттестации также допускаются студенты, желающие улучшить полученный за семестр балл. При этом студент может улучшить оценку своей успеваемости не более чем на 1 уровень по пятибалльной шкале.

При повышении в ходе экзамена/зачёта итогового балла с «хорошо (С)» на «отлично (В/А)» итоговая оценка рассчитывается методом пропорции, где за 100% принимается 20 баллов. Итоговый балл начисляется в соответствии с процентом ответа. Если процент ответа ниже балла, набранного за семестр, итоговый балл остаётся неизменным.

Студентам, набравшим за семестр менее 31 балла, следует пройти повтор курса.

### **Вопросы для теста (Физиология и биохимия растений)**

#### **1 Энергия в клетках запасается в высокоэнергетических связях молекулы:**

- 1) м-РНК
- 2) АТФ
- 3) т-РНК
- 4) ДНК

#### **3. Синтез АТФ за счет энергии аэробного окисления происходит:**

- 1) в рибосомах
- 2) в ядре
- 3) в митохондриях
- 4) в лизосомах

#### **4. Только для растительной клетки характерно наличие:**

- 1) рибосом
- 2) центриолей
- 3) митохондрии
- 4) пластид
- 5) мембран

#### **5. Синтез белка осуществляется:**

- 1) рибосомами
- 2) митохондриями

3) аппаратом Гольджи

4) лизосомами

**6. В состав биологических мембран растительной клетки входят**

1) фосфолипиды;

2) аминокислоты;

3) гемицеллюлоза;

4) витамины.

**7 Клеточная стенка растений построена из**

1) фосфолипидов и пектиновых веществ;

2) крахмала и пектиновых веществ;

3) фосфолипидов и белков

4) целлюлозы и пектиновых веществ

**8 Для бактериальных клеток характерно**

1) отсутствие ядерной оболочки;

2) отсутствие рибосом;

3) отсутствие нуклеиновых кислот;

4) отсутствие белков

**9 В каких органеллах осуществляется процесс фотосинтеза?**

1) в хлоропластах;

2) в лейкопластах;

3) в хромопластах;

4) в митохондриях.

**10 Свойство, характерное для мембран живых клеток:**

1) избирательная проницаемость для веществ;

2) полная непроницаемость для всех веществ;

3) полная проницаемость для всех веществ.

**11 Основной поглощающей зоной корня является зона:**

1) корневого чехлика;

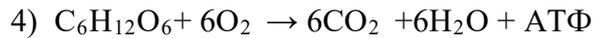
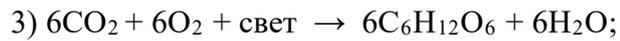
2) деления (меристемы);

3) растяжения;

**4) корневых волосков**

**12 Каким уравнением можно выразить процесс фотосинтеза?**





**13 Почему недостаток железа и азота проявляется на листьях разного яруса?**

- 1) их количество в растении неодинаковое;
- 2) железо не реутилизируется, азот реутилизируется;
- 3) железо реутилизируется, азот не реутилизируется;
- 4) молодые листья не нуждаются в железе, а старые в азоте.

**14 Транспирация - это**

- 1) поглощение воды растениями;
- 2) испарение воды растениями;
- 3) передвижение воды по растению;
- 4) распределение воды по органам растения

**15 В ходе фотосинтеза кислород образуется в**

- 1) световой фазе;
- 2) фазе карбоксилирования;
- 3) фазе регенерации;
- 4) фазе восстановления.

**16 В процессе фотосинтеза углеводы синтезируются**

- 1) при фотолизе воды;
- 2) в ходе синтетического фосфорилирования;
- 3) в темновой фазе (цикле Кальвина);
- 4) при поглощении хлорофиллом квантов света.

**17 Газ, выделяемый в атмосферу растениями при фотосинтезе**

- 1) углекислый газ;
- 2) кислород;
- 3) озон;
- 4) аммиак

## **18 Промышленное выращивание растений на питательных растворах**

**называется:**

- 1) гипотоника;
- 2) гетеропоника;
- 3) гидротехника;
- 4) гидропоника.

## **19 Относится к микроэлементам:**

- 1) азот;
- 2) фосфор;
- 3) молибден;
- 4) калий.

## **20 Фитогормоны, стимулирующие деление клеток, формирование почек:**

- 1) ауксины;
- 2) гиббереллины;
- 3) цитокинины;
- 4) этилен.

### **Критерии оценки:**

Оценка «Отлично» (86-100%) за выполнение тестового задания или контрольной работы ставится в случае, если от 86% до 100% заданий выполнены верно.

Оценка «Хорошо» (69-85%) ставится в случае, если от 69% до 85% заданий выполнены верно.

Оценка «Удовлетворительно» (61-68%) ставится в случае, если от 61% до 68% заданий выполнены верно.

Оценка «Посредственно» (51-60%) ставится в случае, если от 51% до 60% заданий выполнены верно.

Оценка «Неудовлетворительно» (0-50%) ставится в случае, если более 50% заданий выполнены неверно.

## **Перечень вопросов итоговой аттестации по курсу**

### **1,2 Введение. Структурно-функциональная организация клетки**

1 Нарисовать нуклеотид трифосфат

2 Образование пептидной связи. Первичная, вторичная, третичная и четвертичная

структура белка

3 Нарисовать общую формулу фосфолипидов

4 Строение и функции ядра. Репликация. Транскрипция

5 Созревание мРНК. Схема мРНК.

6 Трансляция. Основные участники трансляции

7 Строение биологических мембран. Активный и пассивный транспорт.

8 Виды и функции эндоплазматического ретикулума

9 Функции аппарата Гольджи. Схема транспорта (эндоплазматический ретикулум, аппарат Гольджи, плазматическая мембрана, вакуоли)

10 Виды вакуолей, их функции

11 Функция пероксисом

### 3 Дыхание

1. Гликолиз. Общий химизм реакций.

2. Цикл Кребса. Последовательность реакций

3. Электрон-транспортная цепь митохондрий. Особенности растительных митохондрий: альтернативные дегидрогеназы, альтернативная оксидаза. Комплексы I, II, III и IV. Синтез АТФ на мембране митохондрий

### 4 Фотосинтез

1. Хлорофиллы. Общие принципы организации молекулы. Спектр поглощения хлорофиллов. Энергетические переходы в молекуле хлорофилла. Белковые комплексы, содержащий хлорофилл. Миграция энергии. Окислительно-восстановительные реакции с участием хлорофилла. Продукция активных форм кислорода.

2. Каротиноиды. Протекторная роль каротиноидов в фотосистемах.

3. Продукция активных форм кислорода с участием возбужденного хлорофилла.

Экологические факторы, способствующие образованию синглетного кислорода. Защитные механизмы.

4. Строение и функционирование ФС I. Ассоциация и диссоциация с подвижным светособирающим комплексом. Кооперация работы ФС I и ФС II. Локализация ФС I в мембране тилакоидов.

5. Строение и функционирование фотосистемы II. Водоокисляющий комплекс и реакции образования кислорода. Работа реакционного центра. Участие ФС II в нециклическом потоке  $e^-$ . Работа ФС II в циклическом режиме. Локализация ФС II и взаимодействие со светособирающим комплексом.

6. Взаимосвязь между фотосинтетической функцией и ультраструктурой хлоропластов. Локализация белковых комплексов на мембранах тилакоидов (ССК, ФСII, ФСI, цитохром- $b/f$ -комплекс, АТФ-синтаза).

7. Фиксация  $CO_2$  в растительной клетке. Сравнительная характеристика основных карбоксилаз в клетке: RubisCO и ФЕП-карбоксилазы. Механизм концентрирования  $CO_2$  у  $C_4$  – растений. Регуляторные функции углекислоты в реакции открывания/закрывания устьиц, активация темновых и световых реакций фотосинтеза.

8. Восстановительный пентозофосфатный путь (цикл Кальвина). Основные этапы и биохимические реакции, входящий в цикл. Характеристика RubisCO как ключевого фермента. Регуляция активности ферментов цикла Кальвина.

9. Взаимозависимость световой и темновой фазы фотосинтеза. Регуляция цикла Кальвина. Участие тиоредоксиновой системы, концентрации  $Mg^{2+}$ , pH.

10. Фотодыхание. Ключевая реакция, запускающая процесс фотодыхания. Понятие об углекислотном компенсационном пункте фотосинтеза. Сравнение углекислотного компенсационного пункта у  $C_3$  и  $C_4$  растений.

11.  $C_4$  фотосинтез. Адаптивное экологическое значение  $C_4$  фотосинтеза.

12. САМ-метаболизм. Основные особенности САМ-растений. Суточная динамика процессов фиксации и восстановления  $\text{CO}_2$  у САМ-растений. Экологическое значение САМ-метаболизма.

## **5 Водный обмен растений**

1. Водный обмен растений. Составляющие водного потенциала: осмотический, матричный, гидравлический и гравитационный. Понятия о тургоре, плазмолизе. Аквапорины.
2. Верхний и нижний концевой двигатель водного потока. Поглощение воды корнем, создание корневого давления. Капиллярные эффекты. Силы адгезии и когезии. Транспирация и способы её регуляции. Устьичные движения.
3. Загрузка терминальной флоэмы листа фотоассимилятами. Симпластический и апопластический путь.

## **6 Минеральный обмен**

- 1 Поступление минеральных веществ в растение
- 2 Физиологическая роль магния в жизни растения.
- 3 Физиологическая роль серы в жизни растения
- 4 Физиологическая роль железа в жизни растения.
- 5 Физиологическая роль микроэлементов в жизни растения.
- 6 Что такое апопласт? Симпласт?
- 7 Основные типы азотсодержащих соединений
- 8 Основные типы фосфорсодержащих соединений
- 9 Функции калия
- 10 В состав каких соединений входит сера?
- 11 Роль кальция
- 12 Восстановление нитратов у растений
- 13 Ассимиляция аммония

## **7,8 Рост движения и развитие растений. Фотопериодизм**

- 1 Определение роста растения
- 2 Кривая роста
- 3 Периоды индивидуального развития растения
- 4 Свойства гормонов
- 5 Физиологические эффекты ауксинов
- 6 Применение ауксинов в сельском хозяйстве
- 7 Физиологические эффекты цитокининов
- 8 Цитокинины и паразиты растений
- 9 Физиологические эффекты гиббереллинов
- 10 Физиологические эффекты абсцизовой кислоты
- 11 Физиологические эффекты этилена
- 12 Брассиностероиды
- 13 Жасмоновая кислота
- 14 Салициловая кислота
- 15 Покой растений
- 16 Характеристика фототропинов, криптохромов, фитохромов
- 17 Группы растений по отношению к длине дня
- 18 Цветение и фотопериодизм
- 19 Термопериодизм
- 20 Движения растений

## **9 Устойчивость растений к неблагоприятным факторам внешней среды**

- 1 Определение стресса и стрессора
- 2 Виды стрессоров
- 3 Определение устойчивости, акклимации, адаптации
- 4 Водный дефицит и засухоустойчивость
- 5 Действие повышенного содержания солей в почве и солеустойчивость
- 6 Акклимация к высоким температурам
- 7 Акклимация к низким температурам
- 8 Кислородный дефицит, газоустойчивость
- 9 Устойчивость к тяжелым металлам
- 10 Механизмы защиты растений от фитопатогенов

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО РУДН/ФГОС ВО.

### **Разработчики:**

Ст. преподаватель Агробиотехнологического  
Департамента АТИ

Е.М.Чудинова\_

**Руководитель программы**  
доцент Агробиотехнологического  
Департамента АТИ

В.В.Введенский

**Директор Агробиотехнологического  
Департамента АТИ**

**Е.Н.Пакина**