

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Кудрявцев М.Г. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

Должность: Проректор по образовательной деятельности Министерства сельского хозяйства Российской Федерации

Дата подписания: «26» марта 2026 г. «РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА

Уникальный программный ключ:

790a1a8df2525774421adc1fc96453f0e902bfb0

**ИМЕНИ В.И. ВЕРНАДСКОГО»**

**(Университет Вернадского)**

Кафедра Экологии и биоресурсов

Принято Ученым советом  
Университета Вернадского  
«26» марта 2026 г. протокол № 8



Кудрявцев М.Г.

**Рабочая программа дисциплины**

**ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ**

Направление подготовки **06.01.03 Биология**

Направленность (профиль) программы **Биоэкология**

Квалификация – **бакалавр**

Форма обучения **очная, очно-заочная**

Балашиха 2026 г.

Рабочая программа разработана в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 06.03.01 Биология

Рабочая программа дисциплины разработана доцентом кафедры Экологии и биоресурсов, к.с.-х.н. Кабачковой Н.В.

**Рецензенты:**

Колесов Е.А., доцент кафедры «Экологии и биоресурсов»

## 1. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными в ОПОП ВО индикаторами достижения компетенций

### 1.1 Перечень компетенций, формируемых учебной дисциплиной

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции Планируемые результаты обучения
<b>Общепрофессиональная компетенция</b>	
ОПК-2 Способен применять принципы структурно-функциональной организации, использовать физиологические, цитологические, биохимические, биофизические методы анализа для оценки и коррекции состояния живых объектов и мониторинга среды их обитания	<b>Знать (З):</b> базовые представления о разнообразии растительных объектов, значение биоразнообразия для устойчивости биосферы, способностью использовать физиологические методы наблюдения, описания, идентификации, классификации, культивирования растительных объектов
	<b>Уметь (У):</b> понимать базовые представления о разнообразии растительных объектов, значение биоразнообразия для устойчивости биосферы, способностью использовать физиологические методы наблюдения, описания, идентификации, классификации, культивирования растительных объектов
	<b>Владеть (В):</b> способностью понимать базовые представления о разнообразии растительных объектов, значение биоразнообразия для устойчивости биосферы, способностью использовать физиологические методы наблюдения, описания, идентификации, классификации, культивирования растительных объектов

## 2. Цели и задачи освоения учебной дисциплины, место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Учебная дисциплина «Физиология растений» для студентов, обучающихся по программе подготовки бакалавра направления «Биоэкология» относится к дисциплинам обязательной части ОПОП ВО.

**Цель:** формирование теоретических знаний и практических навыков, современного представления физиологии растений как о науке, которая изучает процессы жизнедеятельности и функции растительного организма на всем протяжении его онтогенеза при всех возможных условиях внешней среды; об организации, управлении и интеграции функциональных систем в растительном организме; о функциональной активности растительных организмов, о химическом составе и превращении веществ у растений.

**Задачи:**

- раскрытие сущности процессов жизнедеятельности растительного организма в онтогенезе в различных условиях среды с целью управления ходом роста и развития растений, формированием урожая и его качеством
- управление качеством является особо важной задачей биохимии растений;
- выявление функции растений, функциональных систем, обеспечивающих реализацию генетической программы роста и развития;

– определение функции зеленого автотрофного растения, его воздушного и почвенного питания, дыхание, рост и развитие, размножение, приспособление к неблагоприятным условиям среды обитания;

– изучение функции жизненных явлений: процессов превращения веществ, превращения энергии, изменения формы, управления и информации растительных организмов.

### **3. Объем учебной дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

#### 3.1 Очная форма обучения

Вид учебной работы	2 Курс / 1 сем.
Общая трудоемкость дисциплины, зачетных единиц	4
<b>часов</b>	<b>144</b>
<b>Аудиторная (контактная) работа, часов</b>	<b>64,3</b>
в т.ч. занятия лекционного типа	32
занятия семинарского типа	32
<b>Самостоятельная работа обучающихся, часов</b>	<b>70,7</b>
в т.ч. курсовая работа	-
<b>Контроль</b>	<b>9</b>
Вид промежуточной аттестации	экзамен

#### 3.2. Очно-заочная форма обучения

Вид учебной работы	2 курс
Общая трудоемкость дисциплины, зачетных единиц	4
<b>часов</b>	144
<b>Аудиторная (контактная) работа, часов</b>	<b>32,3</b>
в т.ч. занятия лекционного типа	16
занятия семинарского типа	16
промежуточная аттестация	0,3
<b>Самостоятельная работа обучающихся, часов</b>	<b>91,7</b>
<b>Контроль</b>	<b>20</b>
Вид промежуточной аттестации	экзамен

### **4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

#### *4.1 Перечень разделов дисциплины с указанием трудоемкости аудиторной (контактной) и самостоятельной работы, видов контролей и перечня компетенций*

Очная форма обучения

Наименование разделов и тем	Трудоемкость, часов			Наименование оценочного средства	Код компетенции
	всего	в том числе			
		аудиторной (контактной) работы	самостоятельной работы		

Раздел 1. Физиология растительной клетки. Основные процессы жизнедеятельности	33,5	16	17,5	практическое задание, реферат	ОПК-1
1.1. Строение растительной клетки, химический состав ее компонентов, функции	17	8	9		
1.2. Растительные ткани, их классификация, строение, функции	16,5	8	8,5		
Раздел 2. Фотосинтез. Дыхание растений	34,5	16	18,5	практическое задание, реферат	ОПК-1
2.1. Фотосинтез, его фазы, зависимость от внешних и внутренних факторов	18	8	10		
2.2. Дыхание растений, общее уравнение, представление об активации кислорода. Окислительное фосфорилирование. Дыхательный коэффициент	16,5	8	8,5		
Раздел 3. Водный обмен растений. Минеральное питание растений	33,5	16	17,5	практическое задание, реферат	ОПК-1
3.1. Водный обмен растений, структура и свойства воды, транспирация. Проблема водного дефицита	17	8	9		
3.2. Учение о минеральном питании растений, содержание минеральных элементов в растениях, круговорот азота, фосфора и серы в биосфере. Макро- и микроэлементы, влияние внешних и внутренних факторов на их потребление растениями	16,5	8	8,5		
Раздел 4. Обмен и транспорт органического вещества в растениях. Рост и развитие растений. Приспособляемость и устойчивость растений	33,2	16	17,2	практическое задание, реферат	ОПК-1
4.1. Обмен и транспорт органического вещества в растении. Ближний и дальний транспорт веществ, основные	16,7	8	8,7		

метаболиты. Способы регулирования транспорта органического вещества с целью повышения урожайности и качества продукции					
4.2. Рост и развитие растений, их устойчивость к влиянию различных факторов. Этапы онтогенеза высших растений, способы регенерации	16,5	8	8,5		
<b>Итого за курс</b>	134,7	64	70,7		
<b>Промежуточная аттестация</b>	9,3	0,3	9	Итоговое тестирование	
<b>ИТОГО по дисциплине</b>	144	64,3	79,7		

#### Заочная форма обучения

Наименование разделов и тем	Трудоёмкость, часов			Наименование оценочного средства	Код компетенции
	всего	в том числе			
		аудиторной (контактной) работы	самостоятельной работы		
Раздел 1. Физиология растительной клетки. Основные процессы жизнедеятельности	31	8	23	практическое задание, реферат	ОПК-1
1.1. Строение растительной клетки, химический состав ее компонентов, функции	15	4	11		
1.2. Растительные ткани, их классификация, строение, функции	16	4	12		
Раздел 2. Фотосинтез. Дыхание растений	31	8	23	практическое задание, реферат	ОПК-1
2.1. Фотосинтез, его фазы, зависимость от внешних и внутренних факторов	15	4	11		
2.2. Дыхание растений, общее уравнение, представление об активации кислорода. Окислительное фосфорилирование. Дыхательный коэффициент	16	4	12		
Раздел 3. Водный обмен растений. Минеральное питание растений	31	8	23	практическое задание, реферат	ОПК-1
3.1. Водный обмен	15	4	11		

растений, структура и свойства воды, транспирация. Проблема водного дефицита					
3.2. Учение о минеральном питании растений, содержание минеральных элементов в растениях, круговорот азота, фосфора и серы в биосфере. Макро- и микроэлементы, влияние внешних и внутренних факторов на их потребление растениями	16	4	12		
Раздел 4. Обмен и транспорт органического вещества в растениях. Рост и развитие растений. Приспособляемость и устойчивость растений	30,7	8	22,7	практическое задание, реферат	ОПК-1
4.1. Обмен и транспорт органического вещества в растении. Ближний и дальний транспорт веществ, основные метаболиты. Способы регулирования транспорта органического вещества с целью повышения урожайности и качества продукции	15	4	11		
4.2. Рост и развитие растений, их устойчивость к влиянию различных факторов. Этапы онтогенеза высших растений, способы регенерации	15,7	4	11,7		
<b>Итого за курс</b>	123,7	32	91,7		
<b>Промежуточная аттестация</b>	20,3	0,3	20	Реферат Итоговое тестирование	
<b>ИТОГО по дисциплине</b>	144	32,3	111,7		

## ***4.2 Содержание дисциплины по разделам***

**Раздел 1. Физиология растительной клетки. Основные процессы жизнедеятельности**

**Цели** – приобретение теоретических и практических навыков основных процессов жизнедеятельности, физиологии растительной клетки.

**Задачи** – изучение физиологии и биохимии растительной клетки; освоение сущности физиологических процессов растений

### **Перечень учебных элементов раздела:**

#### **1.1. Строение растительной клетки, химический состав ее компонентов, функции.**

Общая схема организации растительной клетки. Клеточная теория. Методы исследования растительных клеток. Основные закономерности поглощения воды клеткой. Осмос и его законы. Растительная клетка - осмотическая система. Осмотическое и тургорное давление. Сосущая сила. Химический потенциал воды и водный потенциал клетки. Основные структурные элементы клетки, их строение и функции (ядро, рибосомы, пластиды, митохондрии, эндоплазматический ретикулум, аппарат Гольджи, вакуоль, пероксисомы, глиоксисомы, олеосомы, цитоскелет, плазмодесмы, клеточная стенка). Природа и функции основных химических компонентов растительной клетки. Функциональное взаимодействие клеточных структур. Мембраны, их роль в пространственной организации клетки. Компартиментация и интеграция клеточного обмена. Основные принципы действия регуляторных механизмов клетки. Генетические системы растительной клетки и их взаимодействие. Физико-химические свойства протоплазмы, их физиологическое значение.

#### **1. 2. Растительные ткани, их классификация, строение, функции**

Основные ткани растений: ассимиляционная, запасающая, воздухоносная и водоносная ткани. Классификация тканей по клеточному составу. Покровные, основные, выделительные, проводящие, механические и образовательные ткани. Строение и функции растительных тканей.

### **Раздел 2. Фотосинтез. Дыхание растений**

**Цели** – приобретение теоретических и практических навыков о фазах фотосинтеза и его зависимости от внешних и внутренних факторов среды, дыхании растений, общего уравнения, представлении об активации кислорода.

**Задачи** – изучить роль фотосинтеза в онтогенезе растения, взаимосвязь дыхания и фотосинтеза, роль дыхания в продукционном процессе.

#### **2.1. Фотосинтез, его фазы, зависимость от внешних и внутренних факторов.**

Общие представления о фотосинтезе и его роли в углеродном питании растений. Общее уравнение фотосинтеза, его компоненты. Структурная организация фотосинтетического аппарата. Строение листа как специализированного органа фотосинтеза. Хлоропласты, их ультраструктура. Пигментный комплекс. Хлорофиллы: химическая структура, спектральные свойства, функции, основные этапы биосинтеза. Фикобилины: структура, функции, распространение. Каротиноиды: химическое строение, свойства, спектры поглощения, функции. Функциональное и экологическое значение различных форм пигментов.

Поглощение света пигментами. Электронно-возбужденное состояние. Миграция энергии в пигментных системах. Пигменты антенного комплекса и реакционного центра. Преобразование энергии и окислительно-восстановительные процессы в реакционном центре. Электрон-транспортная цепь фотосинтеза. Фотосистемы I и II. Циклический и нециклический транспорт электронов, сопряженное функционирование фотосистем. Образование “восстановительной силы”. Фотоокисление воды и выделение кислорода. Фотофосфорилирование (хемиосмотический механизм синтеза АТФ, строение и функционирование АТФ-синтазы)

Фиксация углекислого газа в цикле Хэтча-Слэка-Карпилова. Особенности углекислотного метаболизма у C3-, C4 и САМ-растений.

Влияние на фотосинтез температуры, условий освещения, содержания углекислоты, условий минерального питания, водоснабжения. Фотосинтез в онтогенезе растения.

Транспорт, распределение и использование ассимилятов в растении. Строение флоэмы и механизм флоэмного транспорта. Распределение продуктов фотосинтеза в растении, использование ассимилятов на рост и дыхание, запасание продуктов фотосинтеза. Донорно-акцепторные отношения. Возрастные особенности фотосинтеза.

Зависимость фотосинтеза от света, температуры, минерального питания, водоснабжения, концентрации CO<sub>2</sub>. Фотосинтез и продукционный процесс. Современные представления о взаимосвязи фотосинтеза и урожая (теория фотосинтетической продуктивности)

## **2.2. Дыхание растений, общее уравнение, представление об активации кислорода. Окислительное фосфорилирование. Дыхательный коэффициент.**

Определение процесса клеточного дыхания. Общая схема процесса дыхания. Типы окислительно-восстановительных реакций. Каталитические системы дыхания. Механизмы активации водорода субстрата и молекулярного кислорода. Метаболизм дыхательного субстрата. Гликолиз. Превращение пирувата. Цикл Кребса. Глиоксилатный цикл. Апотомический путь окисления глюкозы.

Субстратное фосфорилирование. Окислительное фосфорилирование. Факторы, влияющие на окислительное фосфорилирование.

Взаимосвязь дыхания с другими процессами обмена. Составляющие дыхания: дыхание роста, дыхание поддержания. Влияние внешних факторов на процесс дыхания. Изменение интенсивности дыхания в онтогенезе

Дыхание растений и его регуляция. Дыхание целого растения и тканей. Дыхание роста и поддержания. Влияние внутренних и внешних факторов на скорость дыхания. Взаимосвязь дыхания и фотосинтеза, роль дыхания в продукционном процессе. Возможности регулирования дыхания при хранении растениеводческой продукции.

## **Раздел 3. Водный обмен растений. Минеральное питание растений**

**Цели** – приобретение теоретических и практических навыков овладения основами знаний о сущности обменных и ростовых процессов, протекающих в растениях.

**Задачи** – изучить основные закономерности роста и развития; ознакомиться с физиологией и биохимией формирования качества урожая.

### **3.1. Водный обмен растений, структура и свойства воды, транспирация. Проблема водного дефицита.**

Значение воды для жизнедеятельности растений. Формы воды в клетке. Корневая система как орган потребления воды. Корневое давление, значение, механизм и методы определения. Гуттация и плач растений. Формы воды в почве. Водные характеристики почв. Физиологическая засуха и ее причины. Коэффициент завядания.

Механизмы передвижения воды по растению. Теория сцепления. Транспирация, ее формы и физиологическое значение. Количественные показатели транспирации. Кутикулярная транспирация. Устьичная транспирация и механизм ее регулирования. Особенности водного обмена у разных экологических групп. Роль растений в круговороте воды в биосфере

### **3.2. Учение о минеральном питании растений, содержание минеральных элементов в растениях, круговорот азота, фосфора и серы в биосфере. Макро- и микроэлементы, влияние внешних и внутренних факторов на их потребление растениями.**

Роль растений в круговороте минеральных элементов в биосфере. Потребность растений в элементах минерального питания. Содержание и соотношение минеральных

элементов в почве и в растениях и факторы, их определяющие. Классификации элементов, необходимых для растений. Физиологическая роль макро- и микроэлементов.

Поглощение веществ клетками корня. Ближний и дальний транспорт ионов в тканях растения. Перераспределение и реутилизация ионов в растении. Взаимодействие ионов (антагонизм, синергизм, аддитивность). Корневое питание как важнейший фактор управления продуктивностью и качеством урожая.

Азотное питание растений. Ассимиляция нитрата. Биологическая азотфиксация. Азотфиксирующие микроорганизмы и их роль в питании растений азотом.

Сера и ее содержание в растительной клетке.

Фосфор и его соединения в растениях. Поступление фосфора в клетку, пути включения в метаболизм.

Поглощение, содержание и роль калия, кальция, хлора, магния в растительной клетке; структурная и регуляторная роль кальция; участие магния в метаболизме, магний в составе хлорофилла.

Другие макроэлементы (железо, кремний). Их значение и функции. Микроэлементы (марганец, молибден, кобальт, медь, цинк, бор). Роль в метаболизме растений. Микроэлементы как компоненты и активаторы ферментов.

Почва как источник минеральных элементов. Питательные растворы, их состав. Физиологические основы применения удобрений.

#### **Раздел 4. Обмен и транспорт органического вещества в растениях. Рост и развитие растений. Приспособляемость и устойчивость растений**

**Цели** – приобретение теоретических и практических навыков по диагностике физиологического состояния растений и посевов, прогнозированию действия неблагоприятных факторов среды на урожайность сельскохозяйственных культур.

**Задачи** – изучить физиологические основы приспособления и устойчивости растений к условиям среды.

##### **4.1. Обмен и транспорт органического вещества в растении. Ближний и дальний транспорт веществ, основные метаболиты. Способы регулирования транспорта органического вещества с целью повышения урожайности и качества продукции.**

Специфика обмена веществ у растений. Превращение азотистых веществ в растении. Метаболические пути синтеза важнейших химических веществ. Вторичный метаболизм. Роль дыхания в биосинтезах. Биосинтетическая деятельность корня. Ближний и дальний транспорт веществ в растении. Состав флоэмного и ксилемного сока. Способы регулирования транспорта веществ с целью повышения урожайности сельскохозяйственных культур и качества продукции.

Понятие о восходящем и нисходящем токах веществ в растении. Передвижение органических веществ. Ближний и дальний (флоэмный) транспорт ассимилятов.

Особенности анатомического строения элементов флоэмы. Транспортные формы веществ. Возможный механизм и регуляция флоэмного транспорта. Зависимость транспорта веществ от температуры, водного режима, минерального питания растения.

Роль транспорта веществ в интеграции функций целого растения.

Способы секреции веществ у растительных организмов. Наружные секреторные структуры. Железки и железистые волоски. Нектарники. Солевые железки и волоски. Гидатоды. Внутренние секреторные структуры

##### **4.2. Рост и развитие растений, их устойчивость к влиянию различных факторов. Этапы онтогенеза высших растений, способы регенерации.**

Общие представления о росте и развитии растений. Закономерности роста, типы роста. Кинетика ростовых процессов. Основные этапы развития растений. Клеточные

основы роста. Особенности роста органов растений.

Корреляции ростовых процессов различных органов, регенерация.

Влияние на рост и развитие внутренних и внешних факторов. Физиологические основы действия фитогормонов.

Процессы раздражимости и возбудимости. Типы движения растений (внутриклеточные движения, тропизмы, настии, нутации) и их механизмы.

Основные этапы онтогенеза (эмбриональный, ювенильный, репродуктивный, зрелости, старения). Морфологические, физиологические и метаболические особенности этапов онтогенеза. Состояние покоя у растений. Типы покоя и их значение для жизнедеятельности растений.

Принципы фоторецепции. Рецепция и физиологическая роль красного света. Фитохромы и световой контроль развития. Рецепция и физиологическая роль синего света. Криптохром и фототропин. Фотопериодизм и термопериодизм. Влияние факторов среды на рост, развитие и морфогенез растений.

## 5. Оценочные материалы по дисциплине

Оценочные материалы по дисциплине представлены в виде фонда оценочных средств.

## 6. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 6.1 Перечень учебно-методического обеспечения по дисциплине

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания, количество страниц
	Кабачкова Н.В. Физиология растений. Методические указания по изучению дисциплины / Рос. гос. аграр. заоч.ун-т.- Б, 2022. – 25 с.
	Кабачкова Н.В. Физиология растений. Методические указания для выполнения лабораторных работ / Рос. Гос. аграр. заоч. ун-т; Б, 2022. – 71 с.

### 6.2 Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины

Печатные учебные издания в библиотечном фонде \*

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания, количество страниц	Количество экземпляров в библиотеке
Основная		
	<b>Кузнецов, В.В.</b> Физиология растений : учеб.для вузов / В.В.Кузнецов,Г.А.Дмитриева. - М. : Высш.шк., 2005. - 736с. - ISBN 5060047865: 441.79 : 441.79	11
	<b>Физиология растений</b> : учеб.для вузов / под ред.И.П.Ермакова. - 2-е изд.,испр. - М. : Академия, 2007. - 635с. : ил. - ISBN 9785769536885	31
	<b>Кузнецов, В.В.</b> Физиология растений : учеб. для вузов / В.В. Кузнецов, Г.А. Дмитриева. - М. : Высш.шк.:Абрис, 2011. - 783с. : ил. - ISBN 978437200018	25
Дополнительная		
	<b>Ивановский, Д.И.</b> Физиология растений / Д.И. Ивановский; под ред. Н.Н. Худякова. - 4-е изд. - М. : ЛЕНАНД, 2016. - 540с. - ISBN 9785971025221	2

	<b>Ловцова, Н.М.</b> Физиология растений : учеб. пособие / Н.М. Ловцова, М.В. Баханова. - Улан-Удэ : Бурятский ГУ, 2019. - 188с. - ISBN 9785979313849	1
	<b>Головко, Т.К.</b> Физиология растений с основами биохимии и анатомии : учеб. пособие / Т.К. Головко, Г.Н. Табаленкова. - Сыктывкар : СЛИ, 2018. - 114с. - ISBN 9785923909562	1

Электронные учебные издания в электронно-библиотечных системах (ЭБС):

№ п/п	Автор, название, место издания, год издания, количество страниц	Ссылка на учебное издание в ЭБС
Основная		
	Шитикова, А.В. Полеводство : учебник / А.В. Шитикова. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 200 с. — ISBN 978-5-8114-3310-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL:	<a href="https://e.lanbook.com/book/111910">https://e.lanbook.com/book/111910</a>
	Куликова, Е.Г. К 90 Физиология и биохимия растений: лабораторный практикум / Е.Г. Куликова, Ю.В. Корягин, Н.В. Корягина. – Пенза: РИО Пензенского ГАУ, 2018. – 267 с. // <a href="#">-Текст</a> электронный// Электронно – библиотечная система «Agrilib»: сайт.-Балашиха, 2012.- URL: - Режим доступа : для зарегистрир. пользователей.	<a href="http://ebs.rgazu.ru/index.php?q=node/3610">http://ebs.rgazu.ru/index.php?q=node/3610</a>
Дополнительная		
	Учебно–методическое пособие к лабораторно-практическим занятиям по курсу «Физиология и биохимия растений». <a href="#">Бугрей ИВ</a> . Донской ГАУ. 2014. 96 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа:	<a href="http://ebs.rgazu.ru/?q=node/4656">http://ebs.rgazu.ru/?q=node/4656</a>

### 6.3 Перечень электронных образовательных ресурсов

№ п/п	Электронный образовательный ресурс	Доступ в ЭОР (сеть Интернет, локальная сеть, авторизованный/свободный доступ)
	Электронный научно-производственный журнал «АгроЭкоИнфо». ФГУП «ВНИИ Агроэкоинформ». Москва. Режим доступа:	<a href="http://ebs.rgazu.ru/?q=node/118">http://ebs.rgazu.ru/?q=node/118</a>

### 6.4 Современные профессиональные базы данных, информационные справочные системы и лицензионное программное обеспечение

Современные профессиональные базы данных, информационные справочные системы, цифровые электронные библиотеки и другие электронные образовательные ресурсы

1. Договор о подключении к Национальной электронной библиотеке и

предоставлении доступа к объектам Национальной электронной библиотеки №101/НЭБ/0502-п от 26.02.2020 5 лет с пролонгацией

2. Соглашение о бесплатном тестовом доступе к Polpred.com. Обзор СМИ 27.04.2016 бессрочно

3. Соглашение о бесплатном тестовом доступе к Polpred.com. Обзор СМИ 02.03.2020 бессрочно

4. Информационно-справочная система «Гарант» – URL: <https://www.garant.ru/>  
Информационно-справочная система Лицензионный договор № 261709/ОП-2 от 25.06.2021

5. «Консультант Плюс». – URL: <http://www.consultant.ru/> свободный доступ

6. Электронно-библиотечная система AgriLib <http://ebs.rgunh.ru/> (свидетельство о государственной регистрации базы данных №2014620472 от 21.03.2014).

#### **Доступ к электронной информационно-образовательной среде, информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. Система дистанционного обучения Moodle [www.portfolio.rgunh.ru](http://www.portfolio.rgunh.ru) (свободно распространяемое)

2. Право использования программ для ЭВМ MirapolisHCM в составе функциональных блоков и модулей: Виртуальная комната.

3. Инновационная система тестирования – программное обеспечение на платформе 1С (Договор № К/06/03 от 13.06.2017). Бессрочный.

4. Образовательный интернет – портал Университета Вернадского (свидетельство о регистрации средства массовой информации Эл № ФС77-51402 от 19.10.2012).

#### **Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение**

1. OpenOffice – свободный пакет офисных приложений (свободно распространяемое)

2. linuxmint.com <https://linuxmint.com/> (свободно распространяемое)

3. Электронно-библиотечная система AgriLib <http://ebs.rgunh.ru/> (свидетельство о государственной регистрации базы данных №2014620472 от 21.03.2014) собственность университета.

4. Официальная страница ФГБОУ ВО МСХ РФ «Российский государственный университет народного хозяйства имени В.И. Вернадского» <https://vk.com/rgunh.ru> (свободно распространяемое)

5. Портал ФГБОУ ВО МСХ РФ «Российский государственный университет народного хозяйства имени В.И. Вернадского» (свободно распространяемое) <https://zen.yandex.ru/id/5fd0b44cc8ed19418871dc31>

6. Антивирусное программное обеспечение Dr. WEB Desktop Security Suite (Сублицензионный договор №13740 на передачу неисключительных прав на программы для ЭВМ от 01.07.2021).

### **6.5 Перечень учебных аудиторий, оборудования и технических средств обучения**

<b>Предназначение помещения (аудитории)</b>	<b>Наименование корпуса, № помещения (аудитории)</b>	<b>Перечень оборудования (в т.ч. виртуальные аналоги) и технических средств обучения*</b>
Для занятий лекционного типа	Учебно-административный	Специализированная мебель, набор демонстрационного оборудования. Проектор

	корпус № 329	мультимедиа Aser p 7271ПК, Экран стационарный DRAPER BARONET HW 10/120
Для занятий семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы), групповых консультаций, индивидуальной работы, проведения текущего контроля и промежуточной аттестации	Учебно-административный корпус № 311	Специализированная мебель, микроскоп MOTIC DM 111, микроскоп «Биолам», термостат ТСО1/80 СПУ, автоклав ВК-30, электрическая плита - ЗВИ-412. Холодильник «Саратов» для хранения питательных сред и химических препаратов. Микроскопические препараты по темам занятий, химическая посуда
Для самостоятельной работы	Учебно-административный корпус.	Читальный зал. Персональные компьютеры 11 шт. Выход в интернет, доступ в электронную информационно-образовательную среду университета
	Учебно-лабораторный корпус. Каб. 320.	Специализированная мебель, персональные компьютеры 11 шт. Выход в интернет, доступ в электронную информационно-образовательную среду университета
	Учебно-административный корпус. Каб. 105. Учебная аудитория для учебных занятий обучающихся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ.	Специализированная мебель, набор демонстрационного оборудования. Автоматизированное рабочее место для инвалидов-колясочников с коррекционной техникой и индукционной системой ЭлСис 290; Автоматизированное рабочее место для слабовидящих и незрячих пользователей со стационарным видеоувеличителем ЭлСис 29 ON; Автоматизированное рабочее место для слабовидящих и незрячих пользователей с портативным видеоувеличителем ЭлСис 207 CF; Автоматизированное рабочее место для слабовидящих и незрячих пользователей с читающей машиной ЭлСис 207 CN; Аппаратный комплекс с функцией видеоувеличения и чтения для слабовидящих и незрячих пользователей ЭлСис 207 OS.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
МИНИСТЕРСТВА СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
**«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА  
ИМЕНИ В.И. ВЕРНАДСКОГО»**  
(Университет Вернадского)

**Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и  
промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине  
Физиология растений**

Направление подготовки **06.01.03 Биология**

Направленность (профиль) программы **Биоэкология**

Квалификация – **бакалавр**

Форма обучения **очная, очно-заочная**

Балашиха 2026 г.

## 1. Описание показателей и критериев оценивания планируемых результатов обучения по учебной дисциплине

Код и наименование компетенции	Уровень освоения	Планируемые результаты обучения	Наименование оценочного средства
<p>ОПК-2 Способен применять принципы структурно-функциональной организации, использовать физиологические, цитологические, биохимические, биофизические методы анализа для оценки и коррекции состояния живых объектов и мониторинга среды их обитания</p>	<p><b>Пороговый (удовлетворительно)</b></p>	<p><b>Знает:</b> базовые представления о разнообразии растельных объектов, значение биоразнообразия для устойчивости биосферы, способностью использовать физиологические методы наблюдения, описания, идентификации, классификации, культивирования растельных объектов</p> <p><b>Умеет:</b> понимать базовые представления о разнообразии растельных объектов, значение биоразнообразия для устойчивости биосферы, способностью использовать физиологические методы наблюдения, описания, идентификации, классификации, культивирования растельных объектов</p> <p><b>Владет:</b> способностью понимать базовые представления о разнообразии растельных объектов, значение биоразнообразия для устойчивости биосферы, способностью использовать физиологические методы наблюдения, описания, идентификации, классификации, культивирования растельных объектов</p>	<p>практическое задание, реферат, итоговое тестирование</p>
	<p><b>Продвинутый (хорошо)</b></p>	<p><b>Твердо знает:</b> базовые представления о разнообразии растельных объектов, значение биоразнообразия для устойчивости биосферы, способностью использовать физиологические методы наблюдения, описания, идентификации, классификации, культивирования растельных объектов</p> <p><b>Уверенно умеет:</b> понимать базовые представления о разнообразии растельных объектов, значение биоразнообразия для устойчивости биосферы, способностью использовать физиологические методы наблюдения, описания, идентификации, классификации, культивирования растельных объектов</p> <p><b>Уверенно владеет:</b> способностью понимать базовые представления о разнообразии растельных объектов, значение биоразнообразия для устойчивости биосферы, способностью использовать физиологические методы наблюдения, описания, идентификации, классификации, культивирования растельных объектов</p>	
	<p><b>Высокий</b></p>	<p><b>Сформировавшееся систематические знания:</b> базовые представления о</p>	

	<b>(отлично)</b>	<p>разнообразии растельных объектов, значение биоразнообразия для устойчивости биосферы, способностью использовать физиологические методы наблюдения, описания, идентификации, классификации, культивирования растельных объектов</p> <p><b>Сформировавшееся систематическое умение:</b> понимать базовые представления о разнообразии растельных объектов, значение биоразнообразия для устойчивости биосферы, способностью использовать физиологические методы наблюдения, описания, идентификации, классификации, культивирования растельных объектов</p> <p><b>Сформировавшееся систематическое владение:</b> способностью понимать базовые представления о разнообразии растельных объектов, значение биоразнообразия для устойчивости биосферы, способностью использовать физиологические методы наблюдения, описания, идентификации, классификации, культивирования растельных объектов</p>	
--	------------------	--	--

## 2. Описание шкал оценивания

### 2.1 Шкала оценивания на этапе текущего контроля

Форма текущего контроля	Отсутствие усвоения (ниже порогового)*	Пороговый (удовлетворительно)	Продвинутый (хорошо)	Высокий (отлично)
Выполнение практического задания	не выполнена или все задания решены неправильно	Решено более 50% задания, но менее 70%	Решено более 70% задания, но есть ошибки	все задания решены без ошибок
Реферат	Реферат не подготовлен	Материал не систематизирован, оформлен не по правилам, студент в нем не ориентируется	Студент ориентируется в содержании реферата, но затрудняется вести дискуссию на выбранную тему	Студент демонстрирует глубокие знания вопроса реферата, отвечает на дополнительные вопросы

\* Студенты, показавшие уровень усвоения ниже порогового, не допускаются к промежуточной аттестации по дисциплине.

**2.2 Шкала оценивания на этапе промежуточной аттестации (зачет и экзамен в виде итогового теста, курсовая работа)**

<b>Форма промежуточной аттестации</b>	<b>Отсутствие усвоения (ниже порогового)</b>	<b>Пороговый (удовлетворительно)</b>	<b>Продвинутый (хорошо)</b>	<b>Высокий (отлично)</b>
Выполнение итоговых тестов (не менее 15 вопросов на вариант)	Менее 51%	51-79%	80-90%	91% и более

### **3. 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**

#### **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ**

##### **Раздел 1. Физиология растительной клетки. Основные процессы жизнедеятельности**

###### **Примеры задач для выполнения на практических занятиях**

1. Наблюдение плазмолиза и деплазмолиза.
2. Определение осмотического давления клеточного сока методом плазмолиза.
3. Определение проницаемости живой и мертвой протоплазмы.
4. Определение сосущей силы растительной ткани.
5. Получение полупроницаемой перепонки и наблюдение эндосмоса.
6. Определение жизнеспособности семян по окрашиванию цитоплазмы.

###### **КОМПЛЕКТ ПРИМЕРНЫХ ТЕМ**

###### **рефератов по дисциплине Физиология растений для текущего контроля.**

1. Особенности строения растительной клетки, ее структурные элементы: клеточная оболочка, ядро, митохондрии, рибосомы, пероксисомы, глиоксисомы, ЭПР, аппарат Гольджи, вакуоль.
2. Мембранный принцип организации поверхности протоплазмы и органоидов клетки.
3. Строение и функции биологических мембран.
4. Пластиды растительной клетки: типы, локализация в тканях и органах растений, функции, взаимопревращения.
5. Структурная организация фотосинтетического аппарата.
6. Строение листа как органа фотосинтеза. Хлоропласты: химический состав, строение, онтогенез, функции.

##### **Раздел 2. Фотосинтез. Дыхание растений**

###### **Примеры задач для выполнения на практических занятиях**

1. Получение вытяжки пигментов листа.
2. Разделение пигментов листа методом бумажной хроматографии.
3. Разделение пигментов по Краусу.
4. Действие щелочи на хлорофилл.
5. Действие кислоты на хлорофилл. Спектроскопическое исследование листа.
6. Флуоресценция хлорофилла.
7. Определение интенсивности дыхания сухих и проросших семян.
8. Обнаружение пероксидазы в соке клубня картофеля.
9. Обнаружение каталазы в растительных объектах.

###### **КОМПЛЕКТ ПРИМЕРНЫХ ТЕМ**

###### **рефератов по дисциплине Физиология растений для текущего контроля.**

1. История развития учения о фотосинтезе. Масштабы и значение фотосинтеза для биосферы.
2. Пигментные системы фотосинтетических организмов. Хлорофиллы, каротиноиды, фикобилины: строение, спектральные свойства, функции. Электронно-возбужденное состояние

пигментов.

3. Две пигментные системы (ФС I и ФС II). Состав, функции, локализация. Фотосинтетическая единица. Реакционный центр.

4. ЭТЦ фотосинтеза: циклический и нециклический транспорт электронов (световая фаза фотосинтеза).

5. Фотофосфорилирование: циклическое и нециклическое. Хемиосмотическая теория энергетического сопряжения Митчелла.

6. Темновая стадия фотосинтеза: химизм реакций цикла Кальвина.

7. Химизм реакций ассимиляции С<sub>4</sub>-растений. Цикл Хэтча, Слэка. САМ-метаболизм.

8. Суточные и сезонные изменения фотосинтеза. Фотосинтез, рост и продуктивность растений.

9. Экология фотосинтеза: влияние основных факторов среды на интенсивность и направленность фотосинтеза

10. Дыхание и его роль в жизнедеятельности растений. История развития учения о дыхании: начальный этап, работы Баха, Палладина, Виланда, Варбург, Кейлина.

11. Анаэробная фаза дыхания (гликолиз): этапы и энергетический выход.

12. Аэробная фаза дыхания. Цикл Кребса, энергетический выход.

13. ЭТЦ дыхания растений, ее особенности. Окислительное фосфорилирование: механизмы и энергетическая эффективность.

14. Экология дыхания (влияние внешних и внутренних факторов); изменение интенсивности дыхания в онтогенезе

### **Раздел 3. Водный обмен растений. Минеральное питание растений**

#### **Примеры задач для выполнения на практических занятиях**

1. Определение интенсивности транспирации весовым методом.
2. Определение степени раскрытия устьиц на фиксированном эпидермисе.
3. Сравнение интенсивности транспирации верхней и нижней сторон листа с помощью хлоркобальтовой бумаги.
4. Влияние внешних условий на процесс гуттации.
5. Определение состояния устьиц методом инфльтрации.
6. Влияние исключения отдельных элементов из питательной смеси на рост растений.
7. Физиологические кислые и щелочные соли.
8. Определение содержания нитратов в растении и различных его органах.

#### **КОМПЛЕКТ ПРИМЕРНЫХ ТЕМ**

##### **рефератов по дисциплине Физиология растений для текущего контроля.**

1. Поступление воды в растительную клетку. Осмотическое давление и его значение в поглощении воды клеткой.
2. Термодинамические показатели водного режима растений: водный потенциал и сосущая сила клетки.
3. Состояние воды в растворах. Взаимодействие воды и биополимеров (белков), гидратация. Форма воды в клетке - свободная и связанная вода, их физиологическая роль.
4. Корневая система как орган поглощения воды. Состояние воды в почве. Поступление и передвижение в корне: пути и механизмы.
5. Корневое давление. "Плач" и гуттация растений. Пути и механизмы передвижения воды по растению.
6. Транспирация, ее значение; лист как орган транспирации. Виды транспирации, ее показатели. Суточный ход транспирации, влияние внешних условий.
7. Устьичная транспирация. Регуляция устьичных движений.
8. Особенности водного обмена у растений различных экологических групп. Физиологические основы орошаемого земледелия.

9. История развития учения о минеральном питании растений.
10. Макроэлементы - К, Са, Mg,S, P, их физиологическая роль.
11. Физиологическая роль азота в жизни растений. Источники азотного питания высших растений. Фиксация молекулярного азота.
12. Микроэлементы в жизни растений.
13. Механизм поступления ионов в клетку. Роль клеточной оболочки. Транспорт ионов через мембраны: пассивный и активный.
14. Экология минерального питания: влияние внешних и внутренних факторов. Физиологические основы применения удобрений. Рост и развитие растений. Этапы онтогенеза высших растений: эмбриональный, ювенильный, размножение, старость и отмирание.
15. Фазы роста растительной клетки: деление, растяжение, дифференцировка. Старение и смерть клетки.

#### **Раздел 4. Обмен и транспорт органического вещества в растениях. Рост и развитие растений. Приспособляемость и устойчивость растений**

##### **Примеры задач для выполнения на практических занятиях**

1. Свойства моносахаридов, дисахаридов и полисахаридов (глюкозы, сахарозы, крахмала).
2. Липиды и их свойства.
3. Растительные белки и их свойства.
4. Ферментативный гидролиз крахмала.
5. Ферментативный гидролиз сахарозы.
6. Определение активности липазы.
7. Классификация ферментов.

##### **КОМПЛЕКТ ПРИМЕРНЫХ ТЕМ**

##### **рефератов по дисциплине Физиология растений для текущего контроля.**

1. Влияние внешних условий на рост растений. Периодичность роста, типы покоя.
2. Ростовые движения: геотропизм, фототропизм, хемотропизм.
3. Открытие и общие свойства фитогормонов. Работы Ч. Дарвина, Бойсена-Йенсена, Холодного, Вента. Гормональная теория тропизмов.
4. Ауксины. Строение, содержание, синтез, распределение в различных частях растений. Окислительный распад. Полярный транспорт. Физиологическая активность и механизмы действия. Явление апикального доминирования. Практическое использование ауксинов в биотехнологии и растениеводстве.
5. Гибберелины. Открытие, строение. Содержание, транспорт и распределение в различных частях и органах растений. Физиологическая активность и механизмы действия. Практическое применение.
6. Цитокинины. Природные и синтетические. Открытие, строение, содержание, места синтеза, транспорта и распределение в растениях. Физиологическая активность и механизмы действия. Взаимодействие с другими гормонами.
7. Фитогормоны - ингибиторы роста: абсцизовая кислота и этилен. Строение, места синтеза, содержание и распределение в растениях. Физиологическая активность и механизмы действия.

##### **КОМПЛЕКТ ТЕСТОВ для промежуточной аттестации (экзамен) по дисциплине**

На третьем курсе экзамен проводится в виде итогового теста. Для выполнения теста отводится 45 минут.

## Примерные задания итогового теста

### **1. Какие внутриклеточные структуры имеют немембранное строение?**

- 1) митохондрии
- 2) хлоропласты
- 3) лейкопласты
- 4) рибосомы

### **2. Более сильный плазмолиз будет наблюдаться у ткани, погруженной в**

- 1) 1 М раствор сахарозы
- 2) 1 М раствор глюкозы
- 3) 1 М раствор хлорида натрия
- 4) будет одинаковым во всех растворах

### **3. Как называется появление у некоторых растений перед дождем капелек воды на кончиках листьев?**

- 1) кутикулярная транспирация
- 2) перидермальная транспирация
- 3) соковыделение
- 4) гуттация

### **4. Как используется большая часть воды восходящего тока по ксилеме?**

- 1) на метаболические реакции
- 2) на транспирацию
- 3) на поддержание тургорного давления клеток
- 4) для доставки органических соединений тканям корня

### **5. Почему вторую стадию фотосинтеза назвали темновой?**

- 1) проходит только в темноте
- 2) наиболее активна в темноте
- 3) не зависит от света
- 4) зависит от темноты

### **6. Синтез органических соединений из неорганических с использованием световой энергии называется**

- 1) фотосинтезом
- 2) гликолизом
- 3) дыханием
- 4) гетеротрофной ассимиляцией

### **7. Какие черты дыхания и фотосинтеза являются общими?**

- 1) образование углекислого газа
- 2) синтез АТФ
- 3) необходимость солнечного света
- 4) потребление кислорода

### **8. Что в большей степени влияет на интенсивность дыхания растения?**

- 1) атмосферное давление
- 2) интенсивность освещения
- 3) температура воздуха
- 4) относительная влажность воздуха

### **9. Сосущая сила клетки при полном насыщении водой равна**

- 1) тургорному давлению
- 2) осмотическому давлению
- 3) нулю
- 4) сумме осмотического и тургорного давлений

### **10. Чем объясняется завядание листьев в жаркий день при достаточном количестве влаги в почве?**

- 1) недостатком ионов калия в растениях
- 2) термической коагуляцией белков в клетках растений
- 3) преобладанием транспирации над поступлением воды из почвы
- 4) накоплением первичных продуктов фотосинтеза

### **11. Почему диссимиляцию называют энергетическим процессом?**

- 1) в процессе диссимиляции поглощается энергия

- 2) выделяется энергия
- 3) синтезируются органические вещества
- 4) процессы диссимиляции происходят только в митохондриях

**12. Укажите правильное уравнение химизма дыхания**

- 1)  $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O$
- 2)  $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2CH_3CHOHCOOH$
- 3)  $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2CO_2 + 2CH_3CH_2OH$
- 4)  $C_6H_{12}O_6 \rightarrow CH_3CH_2CH_2COOH + 2CO_2 + 2H_2O$

**13. Клеточное строение впервые наблюдал у растений:**

- 1) Р.Гук;
- 2) Н.Грю;
- 3) Р.Броун;
- 4) Я.Пуркине.

**14. Компоненты клетки обозначают общим понятием:**

- 1) цитоплазма;
- 2) протоплазма;
- 3) протопласт;
- 4) понятием 2 или 3.

**15. Подвижность протоплазмы обусловлена изменчивостью свойств:**

- 1) липидов;
- 2) белков;
- 3) фосфатидов;
- 4) липоидов и фосфатидов.

**16. Растительные клетки соединены между собой:**

- 1) межклетниками;
- 2) особым межклеточным веществом, находящимся между оболочками соседних клеток;
- 3) выростами цитоплазмы;
- 4) межклеточным веществом и межклетниками.

**17. Клеточное строение организмов свидетельствует о:**

- 1) сходстве живой и неживой материи;
- 2) принципиальном отличии растений от животных;
- 3) единстве органического мира;
- 4) некотором отличии прокариотной клетки от эукариотной.

**18. Проницаемость мембран протоплазмы обеспечивают ионы:**

- 1)  $Ca^{2+}$ ;
- 2)  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Cl^-$ ;
- 3)  $Zn^{2+}$ ;
- 4)  $Mg^{2+}$ ;
- 5)  $Cu^{2+}$ .

**19. В каких из названных органоидов растительной клетки накапливается крахмал?**

- 1) в хлоропластах и ядре;
- 2) в хлоропластах и лейкопластах;
- 3) в вакуолях и митохондриях;
- 4) в сферосомах.

**20. Какие органоиды в клетке с энергетическими системами и с центром дыхания?**

- 1) ядро;
- 2) митохондрии;
- 3) хлоропласты;
- 4) рибосомы.

**21. Почему митохондрии называют энергетическими станциями клетки?**

- 1) осуществляют синтез АТФ;
- 2) синтез белка;
- 3) расщепляют АТФ;
- 4) синтез углеводов.

**22. К группе органогенных химических элементов относятся:**

- 1) кислород, углерод, водород, железо;
- 2) углерод, магний, кислород, йод;

- 3) водород, кислород, углерод, азот;
- 4) железо, фосфор, азот, углерод.

**23. Какие функции выполняют липиды?**

- 1) регуляторную, антибиотиков;
- 2) транспортную, каталитическую;
- 3) энергетическую, строительную;
- 4) каталитическую, регуляторную.

**24. Какое значение для растений имеют жиры?**

- 1) структурные компоненты мембран;
- 2) запас энергии;
- 3) терморегуляция;
- 4) источник H<sub>2</sub>O.

**25. Какие запасные вещества откладываются у растений на зиму?**

- 1) белки;
- 2) углеводы;
- 3) жиры;
- 4) углеводы, белки, жиры.

**26. В какой части клетки находится наибольшая часть свободной воды?**

- 1) в клеточной оболочке;
- 2) в вакуолях;
- 3) в цитоплазме;
- 4) в хлоропласте.

**27. Чем отличаются ферменты от других белков?**

- 1) синтезируются на рибосомах;
- 2) являются катализаторами химических реакций;
- 3) в их состав входят металлы, витамины.

**28. Сколько молекул АТФ образуется при циклическом и нециклическом фотофосфорилировании**

- а) 6
- б) 5
- в) 4
- г) 3

**29. Цикл Кальвина состоит из этапов**

- а) карбоксилирования, фазы окисления, фазы регенерации
- б) карбоксилирования, фазы восстановления, фазы фосфорилирования
- в) карбоксилирования, фазы роста, фазы восстановления
- г) карбоксилирования, фазы окисления, фазы восстановления

**30. Для каких растений характерен цикл Хетч-Слек-Карпилова**

- а) для суккулентов
- б) для теплолюбивых растений
- в) для водных растений
- г) для холодостойких растений