

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ  
Федеральное государственное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Биологический факультет

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Физиология растений**

Кафедра физиологии растений и биотехнологии  
биологического факультета

Образовательная программа бакалавриата  
44.03.01 Педагогическое образование

Направленность (профиль) программы  
Биология

Форма обучения  
очная, заочная

Статус дисциплины: входит в часть,  
формируемую участниками образовательных отношений

Махачкала, 2022 г.

Рабочая программа дисциплины «Физиология растений» составлена в 2022 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки 44.03.01 Педагогическое образование от 22.02.2018 г. № 121.


Разработчик: кафедра физиологии растений и биотехнологии,  
Алиева З.М., д.б.н., доцент.

Рабочая программа дисциплины одобрена:

на заседании кафедры физиологии растений и биотехнологии  
от 09.03.2022 г., протокол № 7.

Зав. кафедрой  Алиева З.М.

на заседании Методической комиссии биологического факультета  
от 23.03.2022 г., протокол № 7.

| Председатель  Рамазанова П.Б.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением  
31.03.2022 г.

Начальник УМУ  Гасангаджиева А.Г.

### Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Физиология растений» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений ОПОП бакалавриата по направлению подготовки 44.03.01 Педагогическое образование профиль подготовки Биология.

Дисциплина реализуется на биологическом факультете кафедрой физиологии растений и биотехнологии.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с процессами жизнедеятельности растений и их регуляции в целостном организме: фотосинтеза, дыхания, водообмена, минерального питания, транспорта веществ, роста и развития, устойчивости к неблагоприятным факторам.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: профессиональных – ПК-2, ПК-4.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекции, лабораторные занятия, самостоятельная работа.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме устной проверки, письменных развернутых ответов, различных видов тестирования, коллоквиумов и промежуточный контроль в форме экзамена.

Объем дисциплины 3 зачетных единиц, в том числе 108 в академических часах по видам учебных занятий

Очная форма обучения

Семестр	Учебные занятия							СРС, в том числе экзамен	Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)
	в том числе:								
	всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем					консультации		
		всего	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР			
6	108	48	24	24			24+36	экзамен	

Заочная форма обучения

Семестр	Учебные занятия							СРС, в том числе экзамен	Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)
	в том числе:								
	всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем					консультации		
		всего	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР			
5-6	108	30	14	16			69+9	экзамен	
5	54	16	8	8			38		
6	54	14	6	8			31+9	экзамен	

### 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины (модуля) «Физиологии растений» являются:

- формирование у студентов понятий об основных процессах жизнедеятельности зеленого растения (фотосинтезе, дыхании, водообмене, корневом питании, транспорте веществ, росте и развитии, устойчивости к неблагоприятным факторам) и их регуляции;
- развитие представлений о молекулярных основах сложных функций и механизмах их регуляции в системе целого организма;
- воспитание ответственного отношения к растительному миру, основанного на понимании механизмов функционирования растительных систем разного уровня сложности, их роли в биосфере, последствий действия на них экологических факторов, включая антропогенный
- формирование простейших навыков исследовательской работы в области физиологии растений.

### 2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина «Физиологии растений» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений ОПОП бакалавриата по направлению подготовки 44.03.01 Педагогическое образование.

Для изучения дисциплины «Физиология растений» необходимы знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе изучения основных дисциплин естественнонаучного цикла, особенно курсов морфологии и анатомии растений, цитологии, генетики, неорганической, физколлоидной, органической и биологической химий, математики и физики.

Студентам для усвоения курса физиологии растений необходимы опорные знания по строению и функционированию клетки, осмотическим процессам, капиллярным явлениям, молекулярно-кинетической теории, фотоэффектам и световой энергии, растворам, неорганическим веществам, классам органических соединений и их взаимодействию, катализу и др.

В свою очередь сформированные по физиологии растений знания, умения и навыки необходимы как предшествующие для усвоения курсов молекулярной биологии, биофизики, биотехнологии, эволюционной теории, экологии.

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения и процедура освоения).

Код и наименование компетенции из ОПОП	Код и наименование индикатора достижения компетенций (в соответствии с ОПОП)	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
ПК-2. Способен применять предметные знания при реализации образовательного процесса	ПК-2.1. Способен определять содержание биологического образования школьников, адекватное ожидаемым результатам, уровню развития современной биологии и возрастным	<i>Знает:</i> требования к организации образовательного процесса по биологии (разделов «Растения», «Общая биология», «Биотехнология», «Экология»); <i>Умеет:</i> формулировать дидактические цели и задачи обучения биологии и реализовывать их в образовательном процессе; планировать и реализовывать различные организационные средства и формы в процессе обучения биологии (урок,	Устный и письменный опрос, тестирование, решение биологических задач.

	особенностям обучающихся	экскурсию, домашнюю, внеклассную и внеурочную работу) <i>Владеет:</i> предметным содержанием биологии; умениями отбора вариативного содержания с учетом взаимосвязи урочной и внеурочной форм обучения разделов биологии, связанных с проблемами физиологии растений (разделы «Растения», «Общая биология», «Биотехнология», «Экология»)	
	ПК-2.2. Проектирует элементы образовательной программы, рабочую программу учителя по биологии	<i>Знает:</i> основные проблемы физиологии растений, входящие в структуру школьного курса биологии, требования к их объему и содержанию <i>Умеет:</i> проектировать разделы программы учителя по биологии в области физиологии растений; <i>Владеет:</i> способностью реализовывать проектируемые разделы курса биологии растений	
	ПК-2.3. Способен осуществлять обучение учебному предмету на основе использования предметных методик и применения современных образовательных технологий	<i>Знает:</i> современные образовательные технологии; <i>Умеет:</i> использовать их при изучении разделов физиологии растений в школьном курсе биологии; <i>Владеет:</i> способностью осуществлять обучение физиологии растений в средней школе с использованием современных образовательных технологий	
ПК-4. Способен использовать теоретические и практические знания для постановки и решения исследовательских задач в предметной области (в соответствии с профилем и уровнем обучения) и в области образования	ПК-4.1. Собирает информацию, необходимую для решения задач исследования, поставленных специалистом более высокой квалификации	<i>Знает:</i> основные проблемы физиологии растений <i>Умеет:</i> собирать необходимую информацию из разных литературных источников <i>Владеет:</i> способностью решать теоретические задачи	Устный и письменный опрос, тестирование, решение биологических задач.
	ПК-4.2. Проводит первичный анализ и обработку литературных данных	<i>Знает:</i> литературу по физиологии растений; <i>Умеет:</i> ее анализировать; <i>Владеет:</i> способностью критически воспринимать информацию	
	ПК-4.3. Решает профессиональные задачи учителя	<i>Знает:</i> профессиональные задачи учителя биологии в области изучения физиологии растений	

	биологии, применяя теоретические и практические знания	<i>Умеет:</i> решать профессиональные задачи учителя биологии в области изучения физиологии растений <i>Владеет:</i> способностью применять знания по физиологии растений на практике	
	ПК-4.4. Решает исследовательские задачи в области биологии	<i>Знает:</i> теоретические основы ключевых проблем физиологии растений <i>Умеет:</i> проводить эксперименты по физиологии растений, обобщать результаты исследования в области физиологии растений, осуществлять первичный анализ данных <i>Владеет:</i> способностью использовать методы анализа и обработки данных	

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

4.1. Объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 академических часа.

Структура дисциплины в очной форме

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Лабораторные занятия	Практ. раб.		
<b>Модуль 1. Физиология растительной клетки. Водный режим растений. Фотосинтез. Дыхание.</b>								
1	Введение. Физиология растительной клетки.	6	1-2	2	2		2	Опрос / тестирование, проверка лабораторного журнала.
2	Водный режим растений		3-4	4	4		2	Опрос / тестирование, проверка лабораторного журнала.
3	Фотосинтез		5-7	6	6		2	Опрос / тестирование, проверка лабораторного журнала.
4	Дыхание растений		8	2	2		2	Опрос /

									тестирование, проверка лабораторного журнала..
	<i>Итого по модулю 1:</i>		14	14				8	
<b>Модуль 2. Минеральное питание растений. Рост, развитие и Устойчивость растений.</b>									
5	Минеральное питание		9-10	4	4			6	Опрос / тестирование, проверка лабораторного журнала.
6	Рост и развитие растений		11-12	4	4			6	Опрос / тестирование, проверка лабораторного журнала.
7	Адаптация растений к неблагоприятным условиям среды		13-14	2	2			4	Опрос / тестирование, проверка лабораторного журнала.
	<i>Итого по модулю 2:</i>			10	10			16	
	<b>Модуль 3.</b>		<b>Экзамен.</b>						
	<i>Подготовка к экзамену</i>							36	Экзамен
	<b>ИТОГО:</b>			24	24			60	

#### 4.2. Структура дисциплины в заочной форме

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)	
				Лекции	Лабораторные занятия	Практ. раб			Контроль сам. раб.
<b>Модуль 1. Физиология растительной клетки. Водный режим растений. Фотосинтез. Дыхание.</b>									
1	Введение. Физиология растительной клетки.	6	1-2	2	2			64	Опрос / тестирование, проверка лабораторного журнала.
2	Водный режим растений		3-4	2	2			4	Опрос / тестирование, проверка

								лабораторного журнала.
3	Фотосинтез	5-7	2	4			6	Опрос / тестирование, проверка лабораторного журнала.
4	Дыхание растений	8	2	2			4	Опрос / тестирование, проверка лабораторного журнала..
	<i>Итого по модулю 1:</i>		8	10			18	
<b>Модуль 2. Минеральное питание растений. Рост, развитие и устойчивость растений.</b>								
5	Минеральное питание	9-10	2	2			8	Опрос / тестирование, проверка лабораторного журнала.
6	Рост и развитие растений	11-12	2	2			8	Опрос / тестирование, проверка лабораторного журнала.
7	Адаптация растений к неблагоприятным условиям среды	13-14	2	2			8	Опрос / тестирование, проверка лабораторного журнала.
	<i>Итого по модулю 2:</i>		6	6			24	
<b>Модуль 3.</b>								
	<i>Подготовка к экзамену</i>						36	Экзамен
	<b>ИТОГО:</b>		14	16			78	Экзамен

#### 4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

##### 4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине.

##### **Модуль 1. Физиология растительной клетки. Водный режим растений. Фотосинтез.**

##### **Дыхание.**

##### *Лекция 1. Физиология растительной клетки.*

Введение. Физиология растений - наука об организации и координации функциональных систем зеленого растения.

Черты эволюции клетки на примере сравнения про- и эукариотических клеток. Специфические особенности растительной клетки. Клеточная теория. Строение и функции биологических мембран. Органоиды растительной клетки: строение, функции, биогенез. Клеточная стенка. Вакуолярная система. Эндоплазматическая сеть, аппарат Гольджи, лизосомы, глиоксисомы, пероксисомы. Рибосомы. Полуавтономные органоиды клетки: митохондрии, хлоропласты. Теория симбиотического происхождения эукариотической клетки.

##### *Лекция 2. Значение воды. Механизмы ее поступления, транспорта и выделения.*

Значение воды в жизнедеятельности растений. Молекулярная структура и физические свойства воды. Фракции воды в растительном организме (свободная и связанная вода), их



значение. Закономерности поступления воды в клетки растений. Набухание биокolloидов, осмос.

Передвижение воды по растению. Пути и механизмы ближнего и дальнего транспорта. Нижний и верхний концевые двигатели. Корневое давление, значение его в процессах нагнетания воды в корень. Плач и гуттация. Теория сцепления.

Выделение воды растением. Гуттация, транспирация, их физиологическое значение. Устьичная и кутикулярная транспирация. Строение устьичного аппарата и механизмы устьичных движений, влияние света.

*Лекция 3. Фотосинтез. Пигменты фотосинтеза. Первичные процессы фотосинтеза.*

Пигментные системы фотосинтезирующих организмов. Хлорофиллы. Химическая структура, спектральные свойства. Функции хлорофиллов. Хлорофилл-белковые комплексы. Каротиноиды. Химическое строение, свойства. Спектры поглощения. Функции в фотосинтезе. Фикобилины. Распространение, химическое строение, спектральные свойства. Роль в фотосинтезе. Явление хроматической адаптации. Функциональное и экологическое значение спектрально-различных форм пигментов у фотосинтезирующих организмов.

Представление о фотосинтетической единице, фотосистемах. Антенные комплексы. Реакционные центры, модели их структурной организации. Преобразование энергии в реакционном центре.

Фотофизический этап фотосинтеза. ЭТЦ фотосинтеза. Первичные процессы фотосинтеза. Электронно-возбужденные состояния пигментов (синглетное, триплетное). Типы дезактивации возбужденных состояний.

Представление о совместном функционировании двух фотосистем. Эффект Эмерсона. Основные функциональные комплексы электронтранспортной цепи. Циклические, нециклические, псевдоциклические потоки электронов, их регуляция.

*Лекция 4. Фотохимический и энзиматический этапы фотосинтеза. Фотодыхание.*

Фотофосфорилирование. Механизм сопряжения электронного транспорта и образования АТФ. Сопрягающий фактор (АТФ-аза), строение, механизм действия.

Связь фотосинтетической ассимиляции  $\text{CO}_2$  с фотохимическими реакциями. Природа первичного акцептора углекислоты. Химизм реакций цикла Кальвина, его ключевые ферменты. Первичные продукты фотосинтеза, их превращения. Регенерация акцепторов  $\text{CO}_2$ . Первичный синтез углеводов.

Фотодыхание. Оксигеназная функция Рубиско. Распределение потоков углерода в фотосинтетическом и фотодыхательном циклах у  $\text{C}_3$  видов растений. Физиологическая роль фотодыхания.

$\text{C}_4$ -тип фотосинтеза. Особенности анатомического строения листьев у  $\text{C}_4$ -растений. Особенности строения хлоропластов клеток мезофилла и обкладки. Разновидности  $\text{C}_4$ -фотосинтеза.

Цикл Хэтча-Слэка-Карпилова: акцептор  $\text{CO}_2$ , продукты фиксации, участие фосфоэнолпируваткарбоксилазы (ФЭПК), и Рубиско. Кооперативное взаимодействие клеток мезофилла и обкладки при ассимиляции углекислоты по  $\text{C}_4$ -пути.

***Модуль 2. Минеральное питание растений. Рост, развитие и устойчивость растений.***

*Лекция 5. Минеральное питание растений.*

Классификация элементов минерального питания. Механизмы поглощения ионов. Роль растений в круговороте минеральных элементов в биосфере. Классификации элементов, необходимых для растений. Основная функция ионов в метаболизме: структурная и каталитическая. Корень как орган поглощения минеральных элементов и воды и место специфических синтезов. Рост корня как основа поступления минеральных элементов.

Механизм поглощения ионов. Роль процессов диффузии и адсорбции, их характеристика. Транспорт ионов через плазматическую мембрану. Пассивный перенос. Активный транспорт ионов (первичный и вторичный активный транспорт). Механизмы транспорта ионов через мембраны.

Ближний транспорт ионов в тканях корня. Симпластический и апопластический пути. Восходящее передвижение веществ по растению: пути и механизмы. Перераспределение и реутилизация ионов в растении.

Питательные смеси. Физиологически кислые и физиологически основные соли. Взаимодействие ионов – антагонизм, синергизм, аддитивизм. Физиологические основы применения удобрений. Гидропоника.

*Лекция 6. Типы и закономерности роста у растений.*

Определение понятий "рост" и "развитие" организмов. Большая кривая роста; показатели, характеризующие ростовой процесс. Фазы роста клетки: эмбриональная, растяжения, дифференцировки, их физиологические особенности. Старение и смерть клетки. Тотипотентность растительной клетки.

Типы роста у растений: апикальный, интеркалярный, радиальный, базальный.

Закономерности роста растений: рост на протяжении всей жизни, ритмичность (биологические часы), периодичность, корреляции, полярность, регенерация, целостность растительного организма, их практическое значение.

Влияние внутренних и внешних факторов на рост растений. Фоторегуляция у растений. Фитохромная система.

Покой растений и его формы (глубокий и вынужденный).

Фотопериодизм. Типы фотопериодической реакции. Роль фитохромной системы в фотопериодических реакциях. Теория флоригена.

Общая характеристика фитогормонов. Ауксины, гиббереллины, цитокинины, их строение, биосинтез, транспорт, физиологическое действие. Гормоны-ингибиторы: абсцизовая кислота, этилен, их строение, биосинтез, транспорт, физиологическое действие. «Неклассические гормоны»: брассиностероиды, жасмоновая кислота, салициловая кислота, системин. Синтетические регуляторы роста (гербициды, ретарданты, морфактины), их практическое применение.

*Лекция 7. Адаптация растений к неблагоприятным условиям среды.*

Общие принципы адаптивных реакций растений на экологический стресс (изменение экспрессии генов и включение синтеза стрессовых, мембранных, структурных белков; перестройки мембранных систем и физиологических процессов; синтез протекторных соединений и др.). Биохимическая адаптация.

Реакция растений на температуру. Влияние низких положительных температур (холодоустойчивость растений), низких отрицательных температур (морозоустойчивость растений) и почвенно-климатических факторов (зимостойкость растений), высоких положительных температур (жароустойчивость растений). Закаливание растений.

Реакция растений на водный дефицит. Атмосферная и почвенная засуха. Приспособление различных ксерофитных форм и мезофитных растений к низкому водному потенциалу и гигрофитов - к гипоксии.

Реакция растений на высокое содержание солей в почве. Типы засоления почв. Классификация растений по отношению к засолению почв. Механизмы адаптации галофитных организмов к солям. Особенности загрязнения почв тяжелыми металлами. Токсичность их для высших растений.

#### **4.3.2\* Содержание лабораторных занятий по дисциплине.**

##### **Модуль 1. Особенности строения и функции растительной клетки. Водообмен.**

##### **Фотосинтез. Дыхание.**

Занятие 1. Физиология растительной клетки.

Выполнение лабораторных работ:

1. Явление плазмолиза и деплазмолиза.
2. Прижизненное окрашивание клеток нейтральным красным.
3. Влияние ионов калия и кальция на форму плазмолиза.
4. Проницаемость живой и мертвой протоплазмы для клеточного сока.

Занятие 2. Водный режим растений. Транспирация.

Выполнение лабораторных работ:

1. Определение интенсивности транспирации методом быстрого взвешивания (по Иванову Л.А.). Определение относительной транспирации.
2. Определение осмотического давления клеточного сока плазмолитическим методом (по де-Фризу).

Занятие 3. Свойства пигментов пластид.

Выполнение лабораторных работ:

1. Получение вытяжки пигментов зеленого листа.
2. Сравнение степени извлечения пигментов разными растворителями.
3. Разделение пигментов по Краусу.
4. Омыление хлорофилла щёлочью.
5. Получение феофитина и восстановление металлорганической связи.
6. Фотосенсибилизирующее действие хлорофилла.

Занятие 4. Количественные показатели фотосинтеза.

Выполнение лабораторных работ:

1. Определение интенсивности фотосинтеза (по Л.А. Иванову, Н.Л. Коссович).
2. Спектры поглощения спиртовой вытяжки и её отдельных пигментов.
3. Количественное определение содержания хлорофилла в листьях.

Занятие 5. Дыхание растений.

Выполнение лабораторных работ:

1. Определение интенсивности дыхания (по Бойсен-Иенсену).
2. Определение дыхательного коэффициента.
3. Качественная реакция с тетразолием на общую дегидрогеназную активность тканей.

***Модуль 2. Минеральное питание. Рост, развитие и устойчивость растений.***

Занятие 6. Минеральное питание растений.

Выполнение лабораторных работ:

1. Микрохимический анализ золы растений.
2. Определение объёма корневой системы и адсорбции ею катионов (методом Д.А. Сабина и И.И. Колосова).

Занятие 7. Рост и развитие растений

Выполнение лабораторных работ:

1. Влияние ИУК на настические движения листьев.
2. Влияние ауксина на рост отрезков coleoptилей злаков

Занятие 8. Устойчивость растений к действию высоких и низких температур.

Выполнение лабораторных работ:

1. Влияние высокой температуры на проницаемость цитоплазмы.
2. Определение жаростойкости растений (по Ф.Ф. Мацкову).
1. Влияние сахарозы на морозоустойчивость растительных клеток.
2. Защитное действие сахарозы на белки при отрицательных температурах.

\*Все работы, включая задания, вопросы и формы отчетности в Практикуме (Гаджиева И.Х. Методические указания к лабораторным занятиям. – Махачкала: Изд-во ДГУ.-2010, 2012, 2015).

## **5. Образовательные технологии**

В процессе преподавания дисциплины «Физиология растений» применяются следующие образовательные технологии: традиционная (лекции, лабораторные занятия), проблемное обучение, модульная технология, групповой способ обучения (ГСО); лекция-беседа, лекция-дискуссия, проблемная лекция, лекция-визуализация, актуализация опорных знаний на лекциях, краткое тестирование на лекциях (обратная связь), встречи с ведущими сотрудниками ДНЦ АН РФ. На лабораторных занятиях используется метод разбора конкретных ситуаций.

## 6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

При изучении дисциплины «Физиология растений» предусматривается самостоятельная работа студентов (СРС). Она включает, помимо изучения материалов лекций и вопросов, обсуждаемых на практических занятиях, детальную проработку отдельных вопросов по некоторым разделам дисциплины и решение ряда задач. Она в целом ориентирована на анализ литературы и умение применять полученные знания при решении профессиональных задач. В перечень вопросов, выносимых на зачет, включены и вопросы, рекомендованные для самостоятельного изучения. Такая работа дает возможность студентам получить навыки работы с конспектом лекций, рекомендуемой литературой, а также анализировать полученные данные, связывать имеющиеся знания с новыми, усваивать методы изучения объектов и правильного оформления результатов исследований, овладевать методами и структурой изложения (как в письменной, так и в устной форме). Самостоятельная работа по физиологии растений студентов заочной формы обучения составляет около 75 % от общего количества часов (110 ч. из 144 ч. общей трудоемкости).

Задания, предусмотренные для самостоятельного выполнения, решаются письменно и сдаются преподавателю на проверку в конце модуля (задачи), а также сдаются в устной форме в виде зачета по самостоятельной работе или реферата

Цель самостоятельной работы студентов (СРС) - научить студента осмысленно и самостоятельно работать сначала с учебным материалом, затем с научной информацией, заложить основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свою квалификацию. Организация самостоятельной работы включает формы: внеаудиторная СРС; аудиторная СРС, которая осуществляется под непосредственным руководством преподавателя; творческая, в том числе научно-исследовательская работа.

Аудиторная самостоятельная работа реализуется при проведении практических занятий, семинаров, выполнении лабораторного практикума и во время чтения лекций. На практических и семинарских занятиях различные виды самостоятельной работы позволяют сделать процесс обучения более интересным и поднять активность значительной части студентов в группе.

Для организации внеаудиторной самостоятельной работы необходимо иметь большой банк заданий и задач для самостоятельного решения, причем эти задания могут быть дифференцированы по степени сложности.

Для освоения дисциплины «Физиология растений» необходимы следующие виды внеаудиторной самостоятельной работы:

1. Конспектирование, реферирование литературы.
2. Решение задач (см. Гаджиева И.Х. Методические указания к лабораторным занятиям. – Махачкала: Изд-во ДГУ.-2010, 2012, 2015).
3. Работа с лекционным материалом: проработка конспекта лекций, работа на полях конспекта с терминами (см. «Словарь терминов» в Moodle).
4. Подготовка к семинарам (см. «Планы практических занятий»).
5. Подготовка к практическим занятиям. Оценка предварительной подготовки студента к практическому занятию делается путем экспресс - опроса в течение 5 минут. Для подготовки необходимо заранее ознакомиться и законспектировать материалы, необходимые для практической работы на занятии (см. «Содержание занятий» , Moodle), Гаджиева И.Х. Методические указания к лабораторным занятиям. – Махачкала: Изд-во ДГУ.-2010, 2012, 2015).

По результатам самостоятельной работы выставляется оценка, которая может быть учтена при выставлении итогового модульного балла или в конце семестра.

Разделы и темы для самостоятельного изучения	Виды и содержание самостоятельной работы	Виды контроля
Физиология растительной клетки. Основные структурные элементы	- проработка учебного материала (по	Собеседование, проверка глоссария

<p>эукариотной клетки. Физико-химические свойства протоплазмы и их изменения в жизненном цикле клетки. Регуляторные системы клетки. Внутриклеточные факторы регуляции обмена: биохимические, генетические, мембранные.</p>	<p>конспектам лекций, учебной и научной литературе) и подготовка микрогlossария по темам.</p>	<p>(кол-во терминов и понятий, точность, краткость и т.д.)</p>
<p><b>Водообмен.</b> Влияние внешних факторов (света, температуры, влажности воздуха и почвы и др.) на интенсивность транспирации. Суточный ход транспирации. Устьичное и внеустьичное регулирование транспирации. Влияние внешних факторов (света, температуры, влажности воздуха и почвы и др.) на интенсивность транспирации. Суточный ход транспирации. Количественные показатели транспирации. Экология водообмена растений. Особенности водообмена у растений разных экологических групп (ксерофитов, мезофитов, гигрофитов, галофитов) и пути адаптации растений к водному дефициту.</p>	<p>- решение задач, упражнений; - работа с тестами и вопросами для самопроверки, подготовка презентаций.</p>	<p>Обсуждение решений задач, подготовленных презентаций, тестирование.</p>
<p><b>Дыхание растений.</b> Тема 4. Особенности дыхания у растений. Характеристика путей окисления органических веществ в клетке. Митохондрии. Их структура и функции. Изменение ультраструктуры митохондрий в зависимости от функционального состояния организма. Основные пути диссимиляции углеводов. Гликолитический путь окисления. Гликолиз, цикл Кребса, их регуляция и значение. Пентозомонофосфатный путь окисления глюкозы и его роль в конструктивном обмене клетки. Электронтранспортная цепь митохондрий: структурная организация, основные компоненты, их окислительно-восстановительные потенциалы. Комплексы переносчиков электронов. Окислительное фосфорилирование. Фосфорилирование на уровне субстрата и фосфорилирование в дыхательной цепи. Механизм сопряжения транспорта электронов и фосфорилирования. Регуляция электронного транспорта и фосфорилирования. Дыхание как центральное звено обмена веществ. Значение дыхания в конструктивном метаболизме. Связь с</p>	<p>- проработка учебного материала (по конспектам лекций, учебной и научной литературе) и подготовка сообщений; - работа с тестами и вопросами для самопроверки, подготовка презентаций.</p>	<p>Тестирование, проверка письменных развернутых ответов, обсуждение презентаций.</p>

<p>другими функциями клетки. Дыхание роста и дыхание поддержания.</p> <p>Количественные показатели газообмена (поглощение кислорода, выделение углекислоты, дыхательный коэффициент и др.). Регуляция дыхания. Зависимость дыхания от внешних и внутренних факторов.</p>		
<p><b>Фотосинтез.</b> Структурная организация фотосинтетического аппарата. Строение листа как органа фотосинтеза, изменения в онтогенезе. Хлоропласты. Основные элементы структуры хлоропластов (двойная мембрана, матрикс, тилакоиды, граны). Онтогенез хлоропластов. Циркадная ритмика кислотности клеточного сока. Усвоение углекислоты при фотосинтезе по САМ-типу у суккулентов; сходство и отличие с фиксацией по С<sub>4</sub>-типу. Влияние на фотосинтез температуры, условий освещения, содержания углекислоты, условий минерального питания, водоснабжения.</p> <p>Компенсационная точка при фотосинтезе и ее зависимость от особенностей организма. Ассимиляционное число. Экология фотосинтеза. Зависимость фотосинтеза от внешних условий и состояния организма. Влияние на фотосинтез температуры, условий освещения, содержания углекислоты, условий минерального питания, водоснабжения. Фотосинтез и общая продуктивность растительных организмов и их сообществ. Фотосинтез в онтогенезе растения. Теория фотосинтетической продуктивности. Эволюция фотосинтеза. Хемосинтез. Бактериальный фотосинтез.</p>	<p>- проработка учебного материала (по конспектам лекций, учебной и научной литературе) и подготовка сообщений;</p> <p>- работа с тестами и вопросами для самопроверки, решение задач;</p> <p>- подготовка микрогlossария</p>	<p>Проверка письменных развернутых ответов, решения задач, тестирование; проверка glossария (кол-во терминов и понятий, точность, краткость и т.д.)</p>
<p><b>Минеральное питание.</b> Физиологическая и биохимическая роль основных элементов питания, их источники и ассимиляция. Основные элементы минерального питания (N, K, P, Ca, S, Mg) форма поступления в растение, пути включения в обмен, биохимическая и физиологическая роль в растении. Азот и его значение в жизни растений. Круговорот азота в природе. Источники азота для растений. Ферментные системы, участвующие в усвоении нитратов, регуляция их синтеза и активности.</p>	<p>- работа с тестами и вопросами для самопроверки, решение задач;</p> <p>- поиск и обзор научных публикаций и электронных источников.</p>	<p>Тестирование, проверка письменных заданий, просмотр подготовленных обзоров по конкретным темам (выбранных студентами)</p>

<p>Биохимические пути ассимиляции аммиака в растении. Синтез аминокислот, амидов, реакции переаминирования. Азотный обмен и дыхание. Азотный обмен и фотосинтез: взаимодействие азотного и углеродного потоков; роль первичных реакций фотосинтеза в усвоении окисленного азота.</p>		
<p><b>Рост и развитие растений.</b> Механизмы морфогенеза растений. Индукция генетических программ, морфогенетические градиенты и ориентация клеток в пространстве. Целостность и коррелятивное взаимодействие органов. Физиологические и молекулярные основы эмбриогенеза растений. Созревание и прорастание семян как фазы морфогенеза. Гипотезы о бикомпонентной природе флоригена. Эвокация цветения и ее регуляция. Модель переключения генной активности. Физиология вегетативного размножения. Размножение клубнями, луковицами, корневищами, усами, отводками и черенками. Ростовые и тургорные движения растений. Тропизмы (фото-, гео-, электро-, термотропизмы). Гормональная природа тропизмов. Нاستии. Сейсмонастические движения. Жизненный цикл высших растений. Основные этапы онтогенеза (эмбриональный, ювенильный, репродуктивный, зрелости, старения), их морфологические, физиологические и метаболические особенности. Индукция цветения. Яровизация. Культура изолированных зародышей, органов, тканей, клеток, протопластов. Пути практического использования культуры растительных клеток.</p>	<p>- проработка учебного материала (по конспектам лекций, учебной и научной литературе) и подготовка сообщений; - работа с тестами и вопросами для самопроверки; - поиск и обзор научных публикаций и электронных источников.</p>	<p>Тестирование, развернутые письменные ответы, обсуждение сообщений по тематическому обзору литературы</p>
<p><b>Адаптация растений к неблагоприятным условиям среды.</b> Возможности повышения солеустойчивости растений. Особенности загрязнения почв тяжелыми металлами. Загрязнение атмосферы.</p>	<p>- работа с тестами и вопросами для самопроверки. - поиск и обзор научных публикаций и электронных источников</p>	<p>Тестирование, проверка письменных заданий, просмотр подготовленных обзоров по заданным темам.</p>

## 7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

### 7.1. Типовые контрольные задания

**Примерные тестовые задания (демонстрационный вариант)**

1. Полипептиды фотосистемы I обеспечивают:
  - а) поглощение световой энергии;
  - б) образование пигмент-белковых комплексов;
  - в) фотоокисление воды;
  - г) ориентацию пигментов светособирающего комплекса (ССК-I);
  - д) расположение в определенном порядке компонентов реакционного центра (РЦ-I).
2. Реакционные центры фотосистемы I и ее светособирающие комплексы локализованы:
  - а) в водоокисляющем центре;
  - б) в строме;
  - в) в частях мембраны, обращенных к строме;
  - г) имеют иное расположение.
3. Комплекс фотосистемы I обеспечивает:
  - а) выделение кислорода;
  - б) фотоиндуцированное окисление пластоцианина;
  - в) восстановление ферредоксина;
  - г) генерацию несимметричного трансмембранного распределения электрических зарядов;
  - д) работу водоокисляющего комплекса
4. Комплекс фотосистемы II обеспечивает:
  - а) фотоокисление воды;
  - б) восстановление пластохинона;
  - в) окисление пластоцианина;
  - г) ассиметричное трансмембранное разделение электрических зарядов;
  - д) генерацию химического потенциала ионов водорода;
  - е) окисление ферредоксина.
5. Первичная фотофизическая стадия фотосинтеза – это:
  - а) фотовозбуждение молекул хлорофилла;
  - б) фотоокисление воды;
  - в) фотофосфорилирование;
  - г) миграция энергии;
  - д) иные процессы.
6. Растворимый в стромальной фазе хлоропласта ферредоксин обеспечивает:
  - а) поглощение света;
  - б) работу фотосистемы II;
  - в) синтез конечных продуктов фотосинтеза;
  - г) транспорт электронов от реакционного центра фотосистемы I к НАДФ<sup>+</sup> с образованием НАДФ·Н;
  - д) окисление пластохинонов;
  - е) восстановление ферредоксин-НАДФ-оксидоредуктазы.
7. Виды растений с C<sub>4</sub>-метаболизмом широко представлены во всем царстве высших растений. Они отличаются от C<sub>3</sub>-растений:
  - а) способностью к высокоэффективному фотосинтезу;
  - б) высоким температурным оптимумом для фотосинтеза;
  - в) отсутствием заметного фотодыхания;
  - г) специфической анатомией листа;
  - д) насыщение C<sub>4</sub>-фотосинтеза наступает лишь при низкой интенсивности света;
  - е) фотосинтез C<sub>4</sub>-растений лимитируется фотодыханием при атмо-сферных концентрациях CO<sub>2</sub> и O<sub>2</sub>.
8. Взаимодействие реакционных центров фотосистемы I и фотосистемы II происходит:
  - а) при распределении между ними поглощенной энергии;
  - б) в процессе переноса электронов;
  - в) в темновых реакциях фотосинтеза;



- г) при ассимиляции  $\text{CO}_2$ ;
- д) при фотоокислении воды.

9. У  $\text{C}_4$ -растений реакция карбоксилирования локализована в:

- а) хлоропластах клеток обкладки;
- б) строме хлоропластов клеток мезофилла;
- в) цитоплазме клеток мезофилла;
- г) цитоплазме клеток обкладки;
- д) строме хлоропластов клеток обкладки.

10. Разделение процесса фотосинтеза и фотодыхания происходит на уровне:

- а) фосфорилирования рибулозы;
- б) рибулозобисфосфаткарбоксилазы;
- в) рибулозо-1,5-бисфосфата;
- г) фиксации  $\text{CO}_2$ ;
- д) выделения  $\text{CO}_2$ .

### **Примерный перечень вопросов к экзамену:**

#### **Физиология растительной клетки.**

1. Основные компоненты растительной клетки, особенности их строения и физиологические функции.
2. Клеточная стенка: основные структурные полимеры. Особенности строения первичной и вторичной клеточных стенок. Функции клеточной стенки.
3. Формирование клеточной стенки. Роль микротрубочек. Локализация и функционирование ферментов синтеза клеточной стенки.
4. Мембранный принцип организации структурных элементов растительной клетки.
5. Физико-химические свойства цитоплазмы, ее взаимодействие с внешней средой.
6. Основные элементы цитоскелета растительной клетки, его функции.
7. Вакуоли: происхождение; состав вакуолярного сока; физиологические функции. Литические и запасные вакуоли.
8. Плазмодесмы: строение и физиологические функции.
9. Пластиды, их происхождение, типы, строение и функции. Взаимные превращения пластид.
10. Митохондрии и хлоропласты как полуавтономные органоиды клетки. Их функции. растений.

#### **Водообмен растений.**

1. Структура, свойства и роль воды в жизнедеятельности растений.
2. Состояние воды в растении. Свободная и связанная вода, их физиологическое значение.
3. Термодинамические показатели, определяющие поведение воды: активность воды, химический потенциал, водный потенциал и его составляющие.
4. Клетка как осмотическая система. Роль осмотического давления в жизнедеятельности клетки.
5. Корневая система как орган поглощения воды.
6. Механизмы поступления воды в растительную клетку.
7. Радиальный транспорт воды в растении.
8. Дальний транспорт воды по растению.
9. Корневое давление. Гуттация и «плач» растений, их физиологическая роль. Химический состав пасоки в разные периоды вегетации.
10. Водные каналы мембран – аквапорины, их функция в растении.
11. Транспирация, ее значение и виды.
12. Строение устьиц и механизм устьичных движений.
13. Внеустьичное регулирование транспирации.
14. Строение и функции гидатод.
15. Показатели транспирации. Влияние внешних факторов на интенсивность транспирации. Суточный ход транспирации.

#### **Дыхание**

1. Особенности дыхания растений. Значение процесса дыхания в жизнедеятельности растений.

2. Гликолиз и его особенности в растительной клетке.
3. Цикл Кребса. Химизм реакций. Энергетический выход.
4. Пентозофосфатный путь окисления глюкозы: локализация, химизм, физиологическая роль.
5. Глиоксилатный цикл: локализация, химизм, физиологическая роль.
6. Пространственная организация ЭТЦ дыхания в мембране. Характеристика компонентов ЭТЦ дыхания.
7. Окислительное фосфорилирование в дыхательной цепи. Энергетическая эффективность процесса. Субстратное фосфорилирование.
8. Цианид - резистентное дыхание и его физиологическая роль.
9. Транспорт продуктов дыхания из митохондрий. Челночные системы митохондрий.

### **Фотосинтез**

1. Структура фотосинтетического аппарата растений на различных уровнях организации (лист, клетка, хлоропласт, тилакоидная мембрана).
2. Особенности структурной организации, виды и функции пластид.
3. Пигменты пластид: строение, химические и физические свойства.
4. Электронно-возбужденное состояние хлорофилла. Типы дезактивации возбужденного состояния.
5. Представление о фотосинтетической единице, ее функция, модели.
6. Механизмы миграции энергии в системе фотосинтетических пигментов.
7. Представление о функционировании двух фотосистем, их локализация, структура и назначение. Связь между фотосистемами.
8. Структура и функции реакционных центров ФС I и ФС II.
9. Структура ЭТЦ фотосинтеза, компоненты и их характеристика.
10. Характеристика нециклического фотофосфорилирования.
11. Характеристика циклического фотофосфорилирования.
12. Цикл Кальвина-Бенсона. Природа первичного акцептора CO<sub>2</sub>.
13. Метаболизм углерода по типу толстянковых (САМ-цикл). Экологическое значение.
14. Анатомические и физиологические особенности C<sub>4</sub> растений. Экологическое значение C<sub>4</sub> фотосинтеза.
15. C<sub>4</sub>-цикл у растений.
16. Фотодыхание.
17. Показатели фотосинтеза, их связь с продуктивностью растений.

### **Минеральное питание**

1. Роль растений в круговороте минеральных элементов в биосфере. Классификации элементов, необходимых для растений.
2. Почва как источник минеральных элементов. Твердая фаза почвы, почвенный раствор, состав и структура почвенного поглощающего комплекса.
3. Роль процессов диффузии и адсорбции, их характеристика. Понятия водного свободного пространства и доннановского свободного пространства.
4. Пассивный и активный транспорт ионов в растительную клетку.
5. Роль электрохимического градиента протонов в транспорте различных ионов.
6. Характеристика транспортных АТФаз, их роль в поступлении ионов клеткой.
7. Структура, типы и функции ионных каналов.
8. Понятие о первично- и вторично-активном переносе ионов. Примеры помп, антипортеров, симпортеров.
9. Симпластический и апопластический пути транспорта ионов в корне.
10. Различные типы взаимодействия между ионами: антагонизм, синергизм, аддитивность.
11. Питательные смеси. Физиологически кислые и физиологически основные соли.
12. Физиологическая роль азота. Доступные для растений минеральные формы азота и их транспорт через плазмалемму; понятие о метаболическом, транспортном и запасном пуле.

13. Восстановление нитрата. Нитратредуктаза. Нитритредуктаза. Особенности восстановления нитрата у разных растений.
14. Ассимиляция аммония. Глутаминсинтетаза (ГС), глутамин:оксо- глутаратаминотрансфераза (ГОГАТ), глутаматдегидрогеназа (ГДГ).
15. Симбиотическая фиксация азота. Функционирование нитрогеназы. Роль лег-гемоглобина в функционировании клубенька.
16. Физиологическая роль фосфора. Признаки недостаточности фосфора у растений.
17. Соединения серы и их роль в жизнедеятельности растений. Механизм поступления серы в клетку и ассимиляция сульфата.
18. Физиологическая роль калия. Признаки недостаточности калия у растений.
19. Физиологическая роль кальция и системы транспорта  $Ca^{2+}$  в клетки.
20. Физиологическая роль микроэлементов в метаболизме растений.

### **Рост и развитие**

3. Определение понятий «рост» и «развитие» растений. Показатели роста.
4. Локализация роста у растений. Типы роста растений.
5. Фазы роста клеток и их характеристика.
6. Дифференцировка клеток и тканей; компетенция и детерминация. Тотипотентность растительной клетки.
7. Общая характеристика систем регуляции функций целого растения: трофическая, гормональная, электрическая.
8. Характеристика принципов гормональной регуляции у растений.
9. Ауксины. Строение, синтез, функции в растении.
10. Гиббериллины. Их строение, образование в растении, функции.
11. Цитокинины. Структура, синтез, физиологическая роль.
12. Абсцизовая кислота. Химическая структура, синтез, физиологическая роль, механизм действия.
13. Этилен. Структура, синтез, физиологическая роль, механизм действия.
14. Брассиностероиды. Структура, физиологическая роль, взаимодействие с другими фитогормонами.
15. Неклассические гормоны растений.
16. Синтетические регуляторы и ингибиторы роста (гербициды, ретарданты, морфактины), их практическое применение.
17. Фоторецепторы растений: фототропины, криптохромы и фитохромы.
18. Движения растений. Тропизмы, настии.
19. Основные этапы онтогенеза, их морфологические, физиологические и метаболические особенности.
20. Состояние покоя у растений и его значение для жизнедеятельности растений. Типы покоя и факторы, его обуславливающие.
21. Фотопериодизм и его значение в жизнедеятельности растений.
22. Ростовые корреляции. Полярность.
23. Яровизация. Стратификация.
24. Гипотезы о бикомпонентной природе флоригена, о многокомпонентном контроле цветения.
25. Культура изолированных зародышей, органов, тканей, клеток, протопластов.
26. Пути практического использования культуры растительных клеток.

### **Физиология устойчивости растений**

1. Общее понятие стресса. Триада Селье. Особенности фитостресса.
2. Первичные неспецифические процессы в клетках растений при действии стрессора.
3. Действие низких положительных температур и холодоустойчивость растений.
4. Действие высоких температур и жароустойчивость растений.
5. Белки теплового шока. Классификация, функции, индукция синтеза.
6. Влияние отрицательных температур на физиологические процессы.
7. Адаптация растений к отрицательным температурам.
8. Типы засоления почв. Группы растений по устойчивости к засолению.

9. Механизмы адаптации галофитных организмов к солям.
10. Особенности загрязнения почв тяжелыми металлами. Токсичность их для высших растений.
11. Особенности водообмена у растений разных экологических групп (ксерофитов, мезофитов, гигрофитов, галофитов) и пути адаптации растений к водному дефициту.
12. Осмолиты, их значение, свойства и функции.
13. Белки, индуцируемые водным дефицитом и их функции.

\*(Вопросы и тестовые задания по курсу приводятся в «Методических указаниях к курсу физиология растений»)

### **7.2. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля - 50% и промежуточного контроля - 50%.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- активная работа при актуализации опорных знаний на лекциях и при мини тестировании - 3 балла (всего 9 баллов);
- активная работа на семинарских занятиях (4 занятия) - 5 баллов (всего 20 баллов);
- выполнение лабораторных заданий, анализ полученных результатов (1 занятия) - 5 баллов;
- выполнение домашних (СРС) - 5 баллов (всего 40 баллов).

Итого 74 балла.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- письменная контрольная работа – 60 баллов,
- тестирование – 40 баллов.

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

Курс на платформе дистанционного образования Moodle:

Вход в систему: <http://edu.dgu.ru/login/index.php>

Адреса курса:

<http://edu.dgu.ru/course/view.php?id=3213> (Алиева З.М.)

<http://edu.dgu.ru/enrol/index.php?id=1156> (Гаджиева И.Х.)

#### **а) основная литература:**

1. Алехина Н.Д., Балнокин Ю.В., Гавриленко В.Ф. и др. Физиология растений. Под ред. Ермакова И.П. М., «Академия», 2005. – 640 с; второе издание, исправленное – 2007.- 640 с.
2. Кузнецов В.В., Дмитриева Г.А. Физиология растений. М.: Высшая шк., 2005, 2007 – 736 с.
3. Медведев С.С. Физиология растений. Учебник. СПб.: БХВ-Петербург, 2012. — 512 с.
4. Якушкина Н.И. Физиология растений: Учебник для студ. вузов обуч. по спец. 032400 «Биология» / Н.И. Якушкина, Е.Ю. Бахтенко. – М. : Гуманитар. изд. центр Владос, 2005. – 463 с.
5. Андреев, В.П. Лекции по физиологии растений : учебное пособие / В.П. Андреев; науч. ред. Г.А. Воробейков; Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена. - Санкт-Петербург: РГПУ им. А. И. Герцена, 2012. - 300 с.: схем., табл., ил. - Библиогр.: с. 281. - ISBN 978-5-8064-1666-8; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428272> .

#### **б) дополнительная литература:**

1. Абдурахманов А.Ф., Алиева З.М., Гаджиева И.Х. Физиология растений. Тестовые вопросы для подготовки студентов. – Махачкала: Изд-во ДГУ, 2013. – 84 с.
2. Брей С.М. Азотный обмен в растениях/ Пер. с англ. М.:Агропромиздат,1986. 199 с.
3. Водный обмен растений / В.Н. Жолкевич. Н.А. Гусев, А.В. Капля и др.; Отв. ред. И.А. Тарчевский, В.Н. Жолкевич. М.: Наука, 1989. 256 с.

4. Волюнец, А.П. Фенольные соединения в жизнедеятельности растений / А.П. Волюнец ; ред. Т.С. Климович. - Минск : Белорусская наука, 2013. - 284 с. - ISBN 978-985-08-1515-6 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=142423> .
5. Гаджиева И.Х. Методические указания к лабораторным занятиям по физиологии растений (корневое питание и водный обмен). Учебно-методическое пособие. – Махачкала: Изд-во ДГУ, 2010. – 43 с.
6. Гаджиева И.Х. Методические указания к лабораторным занятиям по физиологии растений (фотосинтез и дыхание растений). Учебно-методическое пособие. – Махачкала: Изд-во ДГУ, 2012. – 43 с.
7. Гаджиева И.Х. Методические указания к лабораторным занятиям по физиологии растений (физиология растительной клетки, рост, развитие и устойчивость растений). Учебно-методическое пособие. – Махачкала: Изд-во ДГУ, 2015. – 48 с.
8. Гаджиева И.Х. Физиология растений. Ч. 2. Фотосинтез. Учебно-методическое пособие. – Махачкала: Изд-во ДГУ, 2019. – 51 с.
9. Гаджиева И.Х., Алиева З.М.-Р. Физиология растений. Ч. 1. Физиология растительной клетки. Водный обмен растений. Учебно-методическое пособие. – Махачкала: Изд-во ДГУ, 2017. – 58 с.
10. Гамалей Ю. В. Эндоплазматическая сеть растений. Происхождение, структура и функции (Тимирязевские чтения; 53). СПб., 1994. 81 с.
11. Головкин Т.К. Дыхание растений. Физиологические аспекты. СПб. Наука, 1999.
12. Гудвин Т., Мерсер Э. Введение в биохимию растений: В 2 т./ Пер. с англ. М.: Мир, 1986. Т. 1 – 2.
13. Гэлстон А., Дэвис П., Сэттер Р. Жизнь зеленого растения/ Пер. с англ. М.: Мир, 1983. 550 с.
14. Дерфлинг К. Гормоны растений: Системный подход. М.: Мир, 1985. 215 с.
15. Измайлов С.Ф. Азотный обмен в растениях. М.: Наука, 1986. 319 с.
16. Карасев В. Н., Карасева М. А. Физиология растений : экспериментальные исследования: учебное пособие - Йошкар-Ола: ПГТУ, 2018
17. Карасев, В.Н. Физиология растений: экспериментальные исследования : учебное пособие / В.Н. Карасев, М.А. Карасева ; Поволжский государственный технологический университет. - Йошкар-Ола : ПГТУ, 2018. - 312 с. : ил. - Библиогр.: с. 291 - 297. - ISBN 978-5-8158-1999-3 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=494310>.
18. Косулина Л.Г., Луценко Э.К., Аксенова В.А. Физиология устойчивости растений к неблагоприятным факторам среды: Учеб.пособие. Ростов-на-Дону: Изд-во Рост.ун-та, 1993. 235 с.
19. Курсанов А. Л. Транспорт ассимилятов в растении. М.: Наука, 1976. 646 с.
20. Люттге У., Хигинботам Н. Передвижение веществ в растениях/ Пер. с англ. М.: Колос, 1984. 407 с.
21. Маркарова Е.Н. Физиология корневого питания растений. М.: Изд-во МГУ, 1990. 102 с.
22. Мокроносов А. Т., Гавриленко В. Ф. Фотосинтез: Физиолого-экологические и биохимические аспекты. М.: Изд-во МГУ, 1992. 319 с.
23. Мокроносов А.Т. Фотосинтетическая функция и целостность растительного организма (Тимирязевские чтения; 42). М.: Наука, 1983. 64 с.
24. Николас Д. Биоэнергетика. Введение в хемиосмотическую теорию. М.: Мир, 1985.
25. Полевой В.В. Физиология растений: Учеб. М.: Высш. шк., 1989. 464 с.
26. Полевой В.В. Фитогормоны: Учеб.пособие. Л.: Изд-во Ленингр.ун-та,1982. 249 с.
27. Полевой В.В., Саламатова Т.С. Физиология роста и развития растений: Учеб.пособие. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1991. 238 с.
28. Рейвн П., Эверт Р., Айкхорн С. Современная ботаника: В 2 т/ Пер. с англ. М.: Мир, 1990. Т. 1 – 2 .
29. Саламатова Т. С. Физиология растительной клетки: Учеб.пособие. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1983. 231 с.
30. Скулачев В.П. Энергетика биологических мембран. М.: Наука, 1989. 564 с.

31. Уоринг Ф., Филлипс И. Рост растений и дифференцировка/ Пер. с англ. М.: Мир, 1984. 512с.
32. Фонд оценочных средств текущего контроля промежуточной аттестации по модулю структурной и функциональной организации биологических объектов : учебное пособие / Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южный федеральный университет», Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского. - Ростов-на-Дону : Издательство Южного федерального университета, 2015. - 684 с. : ил. - Библ. в кн. - ISBN 978-5-9275-1614-8 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=445255> .
33. Чайлахян М.Х. Регуляция цветения высших растений. М.: Наука, 1988. 560 с.
34. Чиркова Т.В. Физиологические основы устойчивости растений. СПб.: Изд-во Санкт-Петербургского ун-та, 2002.
35. Шуканов, В.П. Гормональная активность стероидных гликозидов растений / В.П. Шуканов, А.П. Вольнец, С.Н. Полянская ; ред. Л.Л. Божко. - Минск : Белорусская наука, 2012. - 245 с. - ISBN 978-985-08-1432-6 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=143072> .
36. Эдвардс Дж., Уокер Д. Фотосинтез C<sub>3</sub> и C<sub>4</sub> растений: Механизмы и регуляция/ Пер. с англ.; Под ред. А. Т. Мокроносова. М.: Мир, 1986. 598 с.

## **9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**

1. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]: предоставляет свободный доступ к каталогу образовательных интернет-ресурсов и полнотекстовой электронной учебно-методической библиотеке. – Режим доступа: <http://window.edu.ru>
2. Национальная электронная библиотека [Электронный ресурс]: Оцифрованные документы, размещённые в российских библиотеках, музеях и архивах. – Режим доступа: <https://нэб.рф>
3. Электронные образовательные ресурсы ДГУ [Электронный ресурс]: учебно-методические материалы. – Режим доступа: <http://eor.dgu.ru>
4. Электронная библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]: ресурс, включающий электронно-библиотечную систему, печатные и электронные книги. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/elibrary.html>
5. Электронная библиотечная система znanium.com [Электронный ресурс]: предоставляет доступ к монографиям, учебникам, справочникам, научным журналам, диссертациям и научным статьям в различных областях знаний. – Режим доступа: <http://znanium.com>
6. Электронная библиотечная система BOOK.ru [Электронный ресурс]: лицензионная библиотека, содержащая учебные и научные издания от преподавателей ведущих вузов России. – Режим доступа: <https://www.book.ru>
7. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» [Электронный ресурс]: предоставляет доступ к наиболее востребованным материалам учебной и научной литературы. – Режим доступа: <https://нэб.рф>
8. Электронная библиотечная система «БиблиоРоссика» [Электронный ресурс]: электронная библиотека предоставляет доступ к коллекции актуальной научной и учебной литературы по гуманитарным, техническим и естественным наукам. – Режим доступа: <http://www.bibliorossica.com>
9. Электронная библиотечная система «Юрайт» [Электронный ресурс]: электронная библиотека. – Режим доступа: <https://www.biblio-online.ru>
10. Электронная библиотечная система «Лань» [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <https://www.biblio-online.ru>
11. eLIBRARY.ru [Электронный ресурс]: электронная библиотека / Российская научная электронная библиотека. Москва, 1999. Режим доступа: <https://elibrary.ru/defaultx.asp>  
сайты: <http://www.ebio.ru/index-4.html>

Международная академическая издательская компания «Наука – Интерпериодика» - <http://www.maik.ru>

Журнал «Физиология растений»- <http://www.maik.ru/cgi-bin/list.pl?page=fizrast>

Сайты крупных органов научной информации и библиотек России, с доступом к полнотекстным ресурсам в российских и зарубежных журналах:

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

ВИНИТИ - <http://www.viniti.msk.ru>

Государственная Публичная Научно-техническая библиотека России -<http://www.gpntb.ru>

Российская государственная библиотека - <http://www.rsl.ru>

Российская национальная библиотека - <http://www.nlr.ru>

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

Сайты с описанием изданий (журналы, монографии, энциклопедии и пр.) крупных зарубежных научных издательств:

Academic Press и Elsevier - <http://www.sciencedirect.com>

Blackwell – <http://www.blackwell-synergy.com>

Cambridge University Press - <http://www.journals.cup.org>

J. Willey Interscience - <http://www.interscience.wiley.com>

Kluwer - <http://www.wkap.nl>

Oxford University Press - <http://www.oup.co.uk>

Springer Verlag - <http://www.springerlink.com>

## **10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.**

**Лекционный курс.** Лекция является основной формой обучения в высшем учебном заведении. В ходе лекционного курса проводится систематическое изложение современных научных материалов, освещение главнейших проблем организации жизнедеятельности растений. В тетради для конспектирования лекций необходимо иметь поля, где по ходу конспектирования студент делает необходимые пометки. Записи должны быть избирательными, своими словами, полностью следует записывать только определения. В конспектах рекомендуется применять сокращения слов, что ускоряет запись, зарисовывать все схемы и рисунки, сделанные преподавателем на доске. Вопросы, возникшие у Вас в ходе лекции, рекомендуется записывать на полях и после окончания лекции обращаться за разъяснением к преподавателю.

Студентам необходимо активно работать с конспектом лекции: после окончания лекции рекомендуется перечитать свои записи, внести поправки и дополнения на полях. Конспекты лекций следует использовать при подготовке к экзамену, контрольному тестированию, коллоквиумам, при выполнении самостоятельных заданий.

**Лабораторные занятия.** Лабораторные занятия по физиологии растений имеют цель познакомить студентов с постановкой эксперимента по физиологии растений, оформлением результатов опытов, сформировать умения работы с приборами и оборудованием учебного назначения, пакетами прикладных обучающих программ, компьютерами и мультимедийным оборудованием.

Прохождение всего цикла лабораторных занятий является обязательным условием допуска студента к экзамену. В случае пропуска занятий по уважительной причине пропущенное занятие подлежит отработке.

## **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.**

1. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]: предоставляет свободный доступ к каталогу образовательных интернет-ресурсов и полнотекстовой электронной учебно-методической библиотеке. – Режим доступа: <http://window.edu.ru>

2. Национальная электронная библиотека [Электронный ресурс]: Оцифрованные документы, размещённые в российских библиотеках, музеях и архивах. – Режим доступа: <https://нэб.рф>
3. Электронные образовательные ресурсы ДГУ [Электронный ресурс]: учебно-методические материалы. – Режим доступа: <http://eor.dgu.ru>
4. Электронная библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]: ресурс, включающий электронно-библиотечную систему, печатные и электронные книги. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/elibrary.html>
5. Электронная библиотечная система znanium.com [Электронный ресурс]: предоставляет доступ к монографиям, учебникам, справочникам, научным журналам, диссертациям и научным статьям в различных областях знаний. – Режим доступа: <http://znanium.com>
6. Электронная библиотечная система BOOK.ru [Электронный ресурс]: лицензионная библиотека, содержащая учебные и научные издания от преподавателей ведущих вузов России. – Режим доступа: <https://www.book.ru>
7. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» [Электронный ресурс]: предоставляет доступ к наиболее востребованным материалам учебной и научной литературы. – Режим доступа: <https://нэб.рф>
8. Электронная библиотечная система «БиблиоРоссика» [Электронный ресурс]: электронная библиотека предоставляет доступ к коллекции актуальной научной и учебной литературы по гуманитарным, техническим и естественным наукам. – Режим доступа: <http://www.bibliorossica.com>
9. Электронная библиотечная система «Юрайт» [Электронный ресурс]: электронная библиотека. – Режим доступа: <https://www.biblio-online.ru>
10. Электронная библиотечная система «Лань» [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <https://www.biblio-online.ru>
11. eLIBRARY.ru [Электронный ресурс]: электронная библиотека / Российская научная электронная библиотека. Москва, 1999. Режим доступа: <https://elibrary.ru/defaultx.asp>
12. Moodle [Электронный ресурс]: система виртуального обучения: [база данных] / Дагестанский государственный университет. – Махачкала, г. – Доступ из сети ДГУ или, после регистрации из сети университета, из любой точки, имеющей доступ в интернет. – URL: <http://edu.dgu.ru/login/index.php>

## **12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Химическая посуда (стеклянная: пробирки разного объема, бюретки, стаканы, колбы круглые и конические разного объема, ч. Петри, эксикаторы, бюксы, банки; фарфоровая: ступки с пестиками, стаканы, тигли, выпарительные чашки)

Приборы и оборудование: весы (аналитические, торсионные, технические), осветительные приборы, микроскопы, фотоэлектроколориметры, штативы, вытяжной шкаф, центрифуга, холодильник, термостат, климатокамера и др.

Химреактивы: различные соли, кислоты, щелочи, красители и др.