

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

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
МИНЕРАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ РАСТЕНИЙ**

**Кафедра физиологии растений и теории эволюции  
биологического факультета**

**Образовательная программа**

направление 06.04.01 Биология

Профиль подготовки:

Физиология растений

Уровень высшего образования

Магистратура

Форма обучения: очная

Статус дисциплины: вариативная

Рабочая программа дисциплины составлена в 2016 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 06.04.01 – Биология, профиль физиология растений (уровень магистратура).

Приказ № 1052 от 23.09.2015г.

Разработчик: Омарова З.А., к.б.н., доцент кафедры физиологии растений и теории эволюции *Омарова*

Рабочая программа дисциплины одобрена:  
на заседании кафедры ФРиТЭ от «18» февраля 2016г., протокол № 6

Зав. кафедрой *Алиева* Алиева З.М.  
(подпись)

на заседании Методической комиссии *Биология* факультета от «4»  
*марта* 2016г., протокол № *7*.

Председатель *Гаджиева* Гаджиева И.Х.  
(подпись)

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим  
управлением «    » 2016г. *Алиева*  
(подпись)

## **Аннотация рабочей программы дисциплины**

Дисциплина «Минеральное питание» входит в блок вариативных дисциплин (дисциплины по выбору) образовательной программы магистратуры по направлению 06.04.01 «Биология».

Дисциплина реализуется на биологическом факультете кафедрой физиологии растений и теории эволюции.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных со спецификой организации и развития растительного организма, и более глубокого изучения и раскрытия процессов транспорта ионов и регуляции, знакомство с основными механизмами поглощения и усвоения минеральных веществ.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: ПК-1,2,3.

Способность творчески использовать в научной и производственно-технологической деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин (модулей), определяющих направленность (профиль) программы магистратуры (ПК- 1).

Способность планировать и реализовывать профессиональные мероприятия (в соответствии с направленностью (профилем) программы магистратуры) (ПК- 2).

Способность применять методические основы проектирования, выполнения полевых и лабораторных биологических, экологических исследований, использовать современную аппаратуру и вычислительные комплексы (в соответствии с направленностью (профилем) программы магистратуры) (ПК- 3).

В результате изучения дисциплины специалист должен иметь представление о значении растений в циркуляции минеральных элементов в биосфере; о структуре организации корня – как органа поглощения минеральных веществ; о механизмах поступления ионов из среды в клетку и корень; о радиальном и дальнем транспорте растений, поглощении растением микро- и макроэлементов; об общих достижениях в современной науке - в области агрохимии, ботаники, экологии, физиологии и биохимии растений.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекция, практические и самостоятельная работа.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости: Промежуточный контроль осуществляется путем проведения на каждом занятии письменных (в том числе тестовых) и устных опросов, а также 2 коллоквиумов. Итоговая оценка формируется по результатам промежуточного контроля и итогового зачета

Объем дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часа.

Семестр	Учебные занятия						СРС	Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)
	в том числе							
	Контактная работа обучающихся с преподавателем					КСР		
	Все го	из них						
Лекции		Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	консультации			
1	30	10	0	20			42	зачет

## 1. Цели освоения дисциплины

Целью дисциплины «Минеральное питание растений и удобрения» является формирование у студентов целостного представления о свойствах минеральных веществ почвы, способности усвоения их растениями, роли макро- и микроэлементов в процессах жизнедеятельности, современных направлениях удобрения растений, проблемах и перспективах; становление основы для изучения специальных дисциплин; формирование интегрированного мышления химических, физических и биологических наук.

Основной задачей специального курса «Минеральное питание растений и удобрения», как дисциплины вариативной части, является предварительное ознакомление студентов со спецификой организации и развития растительного организма, и более глубокого изучения и раскрытия процессов транспорта ионов и регуляции, знакомство с основными механизмами поглощения и усвоения минеральных веществ. Изучение курса особенно актуально в современных условиях, характеризующихся возрастающей антропогенной нагрузкой на окружающую среду, большой зависимостью людей от принимаемых ими решений, особенно в области охраны природы и природопользования. В результате изучения курса студент должен знать основные свойства микроэлементов, влияние их на растительный организм и процессы метаболизма, уметь характеризовать специфику организации и характерные особенности поглощения ионов, уметь пользоваться полученными знаниями в современной практической деятельности.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП магистратура

Дисциплина входит в вариативную часть дисциплин (дисциплины по выбору, Б1.В.ДВ.5.2). Она имеет логические и содержательно-методические связи с ботаникой, систематикой, физиологией растений, генетикой, дисциплинами физико-химической биологии, экологией. Биолог должен знать особенности минерального питания растений, значение растений в циркуляции минеральных элементов в биосфере, причины снижения урожайности культур. Данные систематики, морфологии и молекулярно-генетической организации организмов получают углубленные познания в поглощении элементов минерального питания.

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Компетенции	Формулировка компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)
ПК-1	Способность творчески использовать в научной и производственно-технологической деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин (модулей), определяющих направленность (профиль) программы магистратуры.	Знать: основные понятия физиологии минерального питания. Уметь обобщать и анализировать явления.
ПК-2	Способность планировать и реализовывать профессиональные мероприятия (в соответствии с направленностью (профилем) программы магистратуры).	Знать: современную естественно-научную картину мира. Уметь: использовать знания в образовательной и профессиональной деятельности Владеть методами экспериментального исследования в области физиологии минерального питания
ПК-3	Способность применять методические основы проектирования, выполнения полевых и лабораторных биологических, экологических исследований, использовать современную аппаратуру и вычислительные комплексы.	Знать: современную естественно-научную картину мира. Уметь: использовать знания в образовательной и профессиональной деятельности Владеть методами экспериментального исследования в области физиологии минерального питания

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

4.1. Объем дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 академических часа

4.2. Структура дисциплины

№ п/п	Раздел дисциплины	Сем-р	Неделя сем-ра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость в часах				Форма текущего контроля успеваемости (по нед.сем-ра) Форма промежут. атт-ции (по сем-рам)
				Лекции	Практ. и сем.	Лаб.	Сам. раб.	
<b>Модуль 1. Особенности поглощения минеральных веществ растением</b>								
1	Введение. История изучения предмета	7	1-2	2			4	Устный опрос
2	Почва как источник питательных веществ	7	3-4		2		4	Устный, письменный опрос
3	Роль корней в жизнедеятельности растений	7	5-6	2	2		4	Устный опрос, тестовый опрос
4	Поступление ионов из среды и передвижение	7	7-8	2	2		4	Устный опрос, тестовый опрос
5	Радиальный и дальний транспорт ионов	7	9-10	2	2		4	Устный опрос, Коллоквиум
	Итого 1			8	8	0	20	
<b>Модуль 2. Биологическая роль элементов минерального питания</b>								
6	Азотный обмен растений	7	11-12	2	2		4	Устный опрос, тестовый опрос
7	Накопление, формы соединений кальция, калия	7	13-14		4		4	Устный опрос, тестовый

								опрос
8	Фосфор, сера и магний	7	14-15		2	2	4	Устный опрос, тестовый опрос
9	Микроэлементы - особенности поступления и перемещения по растению	7	15-16		2		4	Устный опрос, тестовый опрос
10	Удобрения растений	7	16-17		2		6	Устный опрос, Коллоквиум
	Итого 2			2	12	6	22	
	Всего			10	20	10	42	Зачет

#### 4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) Лекционные занятия (10 часов)

Тема, код компетенции	№ занятия	Содержание лекционных занятий и ссылки на рекомендованную литературу	Число часов	
			Всего	В интерактформе
<b>Тема 1.</b> История изучения предмета (ПК-1,2,3)	1	Предмет, задачи и методы биологии. Общая характеристика минеральных веществ. Развитие учения о минеральном питании растений.  Литература: 1. Якушкина Н.И. 2004. 2. Алехина Н. Д., Балнокин Ю. В., Гавриленко В. Ф. 2005. 3. Медведев С.С. 2004.	2	
Тема 2. Почва как источник питательных веществ (ПК-1. )	2	Почва, микроорганизмы и поступление ионов в клетки корневой системы. Литература 1. Якушкина Н.И. 2004.		2

		<p>2. Алехина Н. Д., Балнокин Ю. В., Гавриленко В. Ф. 2005.</p> <p>3. Медведев С.С. 2004.</p> <p>4. Медведев С.С 1998.</p> <p>5. Вахмистров Д.Б. 1991.</p> <p>6. Маркарова Е.Н. 1989.</p> <p>7. Кабата-Пендиас ЗА., Пендиас С. 1989.</p> <p>8. Люттге У., Хигинботам Н. 1984.</p>		
<p>Тема 3 Роль корней в жизнедеятельности растений (ПК-1)</p>	3	<p>Распространение корней в почве и рост, как процесс, обеспечивающий поглощение минеральных элементов. Роль корневых волосков в поглощении элементов минерального питания из почвы. Микоризы.</p> <p>Литература</p> <p>1. Якушкина Н.И. 2004.</p> <p>2. Алехина Н. Д., Балнокин Ю. В., Гавриленко В. Ф. 2005.</p> <p>3. Медведев С.С. 2004.</p>	2	
<p>Тема 4 Поступление ионов из среды и передвижение (ПК-1,2,3)</p>	4	<p>Транспорт минеральных веществ. Развитие взглядов на поступление веществ в клетку.</p> <p>Литература:</p> <p>1. Якушкина Н.И. 2004.</p> <p>2. Алехина Н. Д., Балнокин Ю. В., Гавриленко В. Ф. 2005.</p> <p>3. Медведев С.С. 2004.</p> <p>4. Медведев С.С 1998.</p> <p>5. Вахмистров Д.Б. 1991.</p> <p>6. Маркарова Е.Н. 1989.</p> <p>7. Кабата-Пендиас ЗА., Пендиас С. 1989.</p> <p>8. Люттге У., Хигинботам Н. 1984.</p>	2	
<p>Тема 5 Радиальный и дальний транспорт ионов (ПК-1,2,3).</p>	5	<p>Радиальное перемещение ионов</p> <p>Литература.</p> <p>1. Якушкина Н.И. 2004.</p> <p>2. Алехина Н. Д., Балнокин Ю. В., Гавриленко В. Ф. 2005.</p> <p>3. Медведев С.С. 2004.</p>	2	

Тема 6 Азотный обмен растений (ПК-1,2,3)	6	Участие нитратной и аммонийной форм азота в питании растений. Азотфиксация – усвоение молекулярного азота растениями, симбиоз с микроорганизмами.  Литература: Якушкина Н.И. 2004. Алехина Н. Д., Балнокин Ю. В., Гавриленко В. Ф. 2005. Медведев С.С. 2004	2	
Тема 7 Накопление, формы соединений кальция, калия (ПК-1,2,3 )	7	Калий, как активатор ферментных систем. Накопление, формы соединений, особенности поступления и перемещения $Ca^{2+}$ по растению, возможность его реутилизации. Литература Якушкина Н.И. 2004. Алехина Н. Д., Балнокин Ю. В., Гавриленко В. Ф. 2005. Медведев С.С. 2004		
Тема 8 Фосфор, сера и магний (ПК-2. )	8	Участие серы в окислительно-восстановительных реакциях клеток (ассимиляторная сульфатредукция). Круговорот серы. Физиологическая роль металлов макроэлементов (калий, кальций, магний, натрий и др.). Литература Алехина Н. Д., Балнокин Ю. В., Гавриленко В. Ф. 2005. Медведев С.С. 2004		
Тема 9 Микроэлементы - особенности поступления и перемещения по растению (ПК-1)	9	Физиологическая значимость микроэлементов, токсическое действие на мембранные структуры и растение в целом. Литература Якушкина Н.И. 2004. Алехина Н. Д., Балнокин Ю. В., Гавриленко В. Ф. 2005.		

		Медведев С.С. 2004		
Тема 10 Удобрение растений (ПК-1,2,3)	10	<p>Физиологические основы применения удобрений.</p> <p>Литература</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Якушкина Н.И. 2004.</li> <li>2. Алехина Н. Д., Балнокин Ю. В., Гавриленко В. Ф. 2005.</li> <li>3. Медведев С.С. 2004.</li> <li>4. Медведев С.С. 1998.</li> <li>5. Вахмистров Д.Б. 1991.</li> <li>6. Маркарова Е.Н. 1989.</li> <li>7. Кабата-Пендиас ЗА., Пендиас С. 1989.</li> <li>8. Люттге У., Хигинботам Н. 1984.</li> </ol>		

### Практические занятия (20 ч)

Тема, код компетенции	№ занятия	Содержание практических занятий и ссылки на рекомендованную литературу	Число часов	
			Всего	В интеракт форме
Тема 1. Ионный транспорт. (ПК-1,2,3)	1	<p>Контроль исходных знаний</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Транспорт минеральных веществ. Развитие взглядов на поступление веществ в клетку.</li> <li>2. Апопласт и симпласт: их структурная основа, роль в поступлении минеральных веществ</li> <li>3. Критерии активного транспорта.</li> </ol> <p>Подведение итогов.</p> <p>Литература</p> <p>Якушкина Н.И. 2004. Алехина Н. Д., Балнокин Ю. В., Гавриленко В. Ф. 2005. Медведев С.С. 2004</p>	3	2
Тема 2. Радиальный и дальний транспорт ионов (ПК-1,2,3)	2	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Поступление ионов в корень. Понятие о потоке ионов.</li> <li>2. Трехклеточная модель поступления ионов в корень и их</li> </ol>	3	

		<p>перемещения в ксилему.</p> <p>3. Радиальный транспорт веществ в корне. Схема участия тканей корня в радиальном транспорте.</p> <p>4. Дальний транспорт минеральных элементов.</p> <p>Подведение итогов</p> <p>Литература</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Якушкина Н.И. 2004.</li> <li>2. Алехина Н. Д., Балнокин Ю. В., Гавриленко В. Ф. 2005.</li> <li>3. Медведев С.С. 2004.</li> <li>4. Медведев С.С. 1998.</li> <li>5. Вахмистров Д.Б. 1991.</li> <li>6. Маркарова Е.Н. 1989.</li> <li>7. Кабата-Пендиас ЗА., Пендиас С. 1989.</li> <li>8. Люттге У., Хигинботам Н. 1984.</li> </ol>		
<p>Тема 3</p> <p>Азотный обмен растений. (ПК-1,2,3)</p>	3	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Круговорот азота в природе. Формы азота, используемые растением</li> <li>2. Поглощение и усвоение нитрата</li> <li>3. Поглощение и ассимиляция аммония</li> <li>4. Нитрификация, денитрификация, аммонификация.</li> <li>5. Интеграция азотного метаболизма на уровне целого растения.</li> </ol> <p>Литература</p> <p>Якушкина Н.И. 2004.</p> <p>Алехина Н. Д., Балнокин Ю. В., Гавриленко В. Ф. 2005.</p> <p>Медведев С.С. 2004</p>	3	2
<p>Тема 4</p> <p>Использование и накопление калия, кальция (ПК-1,2,3)</p>	4	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Концентрация и распределение <math>Ca^{2+}</math> в структурах клетки. возможность его реутилизации.</li> <li>2. Характеристика мембранных систем транспорта <math>Ca^{2+}</math>, особенности <math>Ca^{2+}</math>-сигнала.</li> </ol> <p>Контроль исходных знаний</p>	3	2

		<p>1. Характеристика систем транспорта <math>K^+</math>, их функции в растении.</p> <p>2. Роль <math>K^+</math> в поддержании потенциала на мембранах</p> <p>3. Механизм устьичных движений.</p> <p>4. Калий, как активатор ферментных систем.</p> <p>Литература:</p> <p>1. Якушкина Н.И. 2004.</p> <p>2. Алехина Н. Д., Балнокин Ю. В., Гавриленко В. Ф. 2005.</p> <p>3. Медведев С.С. 2004.</p> <p>4. Медведев С.С. 1998.</p> <p>5. Вахмистров Д.Б. 1991.</p>		
<p>Тема 5 Функции фосфора, серы и магния в минеральном питании растений. (ПК-1,2,3)</p>	5	<p>1. Доступность фосфора в почве, особенности транспорта в корнях.</p> <p>Контроль исходных знаний</p> <p>1. Метаболическая компартментация его соединений в клетке.</p> <p>2. Сера и ее метаболизм в растениях. Поглощение и транспорт сульфата.</p> <p>3. Значение глутатиона и фитохелатинов.</p> <p>4. Содержание и соединения магния в тканях растений.</p> <p>5. Значение связи <math>Mg^{2+}</math> с аденозинфосфатами и фосфорилированными сахарами.</p> <p>Подведение итогов</p> <p>Литература:</p> <p>Якушкина Н.И. 2004.</p> <p>Алехина Н. Д., Балнокин Ю. В., Гавриленко В. Ф. 2005.</p> <p>Медведев С.С. 2004</p>	4	2
<p>Тема 6 Значение микроэлементов в жизни растений</p>	6	<p>Значение микроэлементов в жизни растений</p> <p>Контроль исходных знаний</p> <p>1. Железо: доступность в почве,</p>	4	2

(ПК-1,2,3)	<p>валентность поглощаемой формы, роль микоризы.</p> <p>2.Марганец: Активируемые им ферментные системы. Роль <math>Mn^{2+}</math> в функционировании ФС-2.</p> <p>3.Молибден: Потребность в элементе; его значение для процессов утилизации азота среды.</p> <p>4.Цинк: Его структурная роль в поддержании ферментной активности и при синтезе белка.</p> <p>5.Бор: компартментация в клетке; формы соединений.</p> <p>6.Нарушения в метаболизме растений при недостатке микроэлементов.</p> <p>Подведение итогов.</p> <p>Литература:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Якушкина Н.И. 2004.</li> <li>2. Алехина Н. Д., Балнокин Ю. В., Гавриленко В. Ф. 2005.</li> <li>3. Медведев С.С. 2004.</li> <li>4. Медведев С.С 1998.</li> <li>5. Вахмистров Д.Б. 1991.</li> </ol>		
------------	---	--	--

## Модуль 1. Поглощение минеральных веществ растением

### **Тема 1. Введение. История изучения предмета минерального питания.**

Введение. Предмет, задачи и методы биологии. Общая характеристика минеральных веществ. Развитие учения о минеральном питании растений. Окружающая среда - источник минеральных веществ. Значение минерального питания. История изучения минерального питания растений. Круг проблем, составляющих раздел физиологии растений "минеральное питание"; их взаимосвязь с практикой с/х производства, биохимией, биофизикой, генетикой, экологией, медициной. Д.А.Сабинин и развитие представлений о физиологии минерального питания растений. Круговорот элементов минерального питания в биосфере; роль растений. Автотрофность растений в отношении использования минеральных элементов. Вегетационный метод - инструмент изучения минерального питания. Концентрирование в тканях элементов минерального питания. Необходимые растениям макро- и микроэлементы.

Определение понятий "необходимые" и "полезные" растению элементы. Вариабельность в потребности и накоплении минеральных элементов у видов растений и в зависимости от условий.

### **Тема 2. Почва как источник питательных веществ.**

Почва как источник питательных элементов для растений. Почва, микроорганизмы и поступление ионов в клетки корневой системы. Потoki питательных веществ в почве. Вынос основных элементов питания из почвы растениями. Органическое вещество почвы и рост растений. Солеустойчивость. Состав и структура почвы. Запасы элементов минерального питания в почве и их доступность (адсорбированные ионы, почвенный раствор, труднорастворимые соединения). Действие рН на доступность минеральных элементов почвы; значения рН, оптимальные для роста разных видов растений.

### **Тема 3. Роль корней в жизнедеятельности растений**

Корни, как высокоспециализированная система поглощения минеральных элементов и воды, дальнего транспорта веществ, усвоения минеральных элементов, закрепления растений в почве. Распространение корней в почве и рост, как процесс, обеспечивающий поглощение минеральных элементов. Роль корневых волосков в поглощении элементов минерального питания из почвы. Микоризы. Ионы, как сигналы, запускающие программу роста и изменение морфологии корней. Морфология и анатомия корня - структурная основа для выполнения различных функций. Зоны роста корня. Представления о значении зон корня в поглощении ионов и их перемещении в другие части растения. Вклад Д.А. Сабина. Роль микоризы в процессе поглощения веществ корнями. Формирование системы "корень и среда" взаимодействие её компонентов в пространстве и во времени.

Усвоение питательных элементов и их роль в процессах жизнедеятельности растений. Факторы, влияющие на скорость поступления веществ в растения.

Влияние физико-химических факторов почвенного раствора.

### **Тема 4. Поступление ионов из среды и передвижение**

Транспорт минеральных веществ. Развитие взглядов на поступление веществ в клетку. *Пассивный перенос ионов* (простая и облегченная диффузия). *Простая диффузия*: закон Фика, электрохимический потенциал ионов. Активность ионов. Мембранный диффузионный потенциал (потенциал Нернста и Гольдмана). Проницаемость мембран. Потенциал Доннана. Клеточная стенка и ее роль в поступлении минеральных элементов в клетку, сорбционные и диффузионные свойства. *Облегченная диффузия*: основные типы переносчиков. *Активный транспорт ионов*: типы активного транспорта (первичный и вторичный, электрогенный и электронейтральный), АТФазные помпы. Критерии оценки активного транспорта через мембрану (температурный коэффициент  $Q_{10}$ , уравнение Юссинга-Теорелла). Хемоосмотическое

сопряжение (теория Митчелла). Механизмы поддержания рН-стата в цитоплазме. Поступление ионов и потребности растений. Кинетика поступления ионов из растворов различной концентрации. Поступление ионов из разбавленных растворов. Поступление ионов из высококонцентрированных растворов.

### **Тема 5 Радиальный и дальний транспорт ионов**

Ион-транспортные системы растений. Механизмы функционирования ион-транспортных систем растений. Ионные каналы: катионные (калиевые, кальциевые, каналы неселективной ионной проводимости - структура и свойства), системы транспорта анионов, АТФазы (типы, строение и свойства), редокс-цепь мембран и ее роль в электрогенезе клеток.

Радиальное перемещение ионов. Корень как орган поглощения минеральных веществ. Анатомия корня. Строение и функция элементов, составляющих структуру корня (ринодерма, экзодерма, кора, эндодерма, перицикл, центральный цилиндр и его элементы). Апопласт и симпласт. Синтетическая и выделительная функции корневой системы.

Дальний транспорт минеральных веществ. Передвижение ионов по ксилеме и флоэме. Переходные клетки и циркуляция питательных элементов в растении. Процессы интеграции и регуляции транспорта в целом растении.

## **Модуль 2. Биологическая роль элементов минерального питания**

### **Тема 6. Азотный обмен растений.**

Макроэлементы. Азот. Развитие взглядов на питание растений азотом. Участие нитратной и аммонийной форм азота в питании растений. Азотфиксация – усвоение молекулярного азота растениями, симбиоз с микроорганизмами. Нитрификация, денитрификация, аммонификация. Круговорот азота в природе.

### **Тема 7. Накопление, формы соединений кальция, калия.**

Содержание и распределение калия по органам растений; его циркуляция и реутилизация. Характеристика систем транспорта  $K^+$ , их функции в растении. Роль  $K^+$  в поддержании потенциала на мембранах. Функции калия, связанные с поддержанием гомеостаза внутриклеточной и тканевой среды (катионно/анионный баланс, рН, осморегуляция, гидратация и конформация клеточных структур). Механизм устьичных движений. Калий, как активатор ферментных систем. Накопление, формы соединений, особенности поступления и перемещения  $Ca^{2+}$  по растению, возможность его реутилизации. Концентрация и распределение  $Ca^{2+}$  в структурах клетки. Функции кальция в

апопласте и вакуоли. Роль  $\text{Ca}^{2+}$  в регуляции клеточных процессов и формировании ответных реакций на внешние и внутренние воздействия. Характеристика мембранных систем транспорта  $\text{Ca}^{2+}$ , особенности их регуляции и роль в формировании  $\text{Ca}^{2+}$ -сигнала. Общая схема путей передачи сигнала на мишени, в клетке, в связи с ответной реакцией на различные стимулы. Специфичность кодирования и передачи  $\text{Ca}^{2+}$ -сигнала в зависимости от природы и характера стимула. Посредничество  $\text{Ca}^{2+}$  в управлении комплексными физиологическими процессами: устьичные движения; рост кончиком (пыльцевая трубка и корневой волосок); гравитотропизм; фототропизм; фотоморфогенез; адаптация к стрессу и др.

### **Тема 8. Действие фосфора, серы и магния.**

Фосфор. К истории вопроса о питании растений фосфором. Участие фосфора в энергетическом и пластическом обмене растений. Фосфорсодержащие соединения, их роль в жизнедеятельности растительных организмов. Круговорот фосфора в природе. Сера и ее метаболизм в растениях. Участие серы в окислительно-восстановительных реакциях клеток (ассимиляторная сульфатредукция). Круговорот серы. Физиологическая роль металлов макроэлементов (калий, кальций, магний, натрий и др.). Содержание и соединения магния в тканях растений. Значение связи  $\text{Mg}^{2+}$  с аденозинфосфатами и фосфорилированными сахарами. Роль в поддержании рН-стата и дальнем транспорте веществ. Запасные формы  $\text{Mg}^{2+}$ , его реутилизация и перераспределение в растении. Функции магния в фотосинтезе. Магний - как активатор ферментных систем; роль в образовании функциональных рибосом.

### **Тема 9. Микроэлементы - особенности поступления и перемещения по растению.**

Микроэлементы. Особенности взаимодействия микроэлементов с растительным организмом. Физиологическая значимость микроэлементов, токсическое действие на мембранные структуры и растение в целом. Толерантность растений к их избытку и недостатку микроэлементов. Симптомы недостатка элементов минерального питания у растений.

*Железо*: доступность в почве, валентность поглощаемой формы, роль микоризы. Особенности поступления железа у двудольных и однодольных растений. Соединения железа; распределение по компартментам клетки и в растении. Комплексы железа в белках редокс-цепей и других ферментах. Железо и синтез хлорофилла. *Медь*: Содержание и распределение в клетке и тканях. Участие в окислительно-восстановительных процессах дыхания и фотосинтеза. Функции цитозольных оксидаз (аскорбат-, фенол- и

диаминоксидаз). *Магний*. Содержание и соединения магния в тканях растений. Значение связи  $Mg^{2+}$  с аденозинфосфатами и фосфорилированными сахарами. Роль в поддержании рН-стата и дальнем транспорте веществ. Запасные формы  $Mg^{2+}$ , его реутилизация и перераспределение в растении. Функции магния в фотосинтезе. Магний - как активатор ферментных систем; роль в образовании функциональных рибосом. *Молибден*: Потребность в элементе; его значение для процессов утилизации азота среды. Мо-птерин и функционирование нитрогеназы и нитратредуктазы. *Цинк*: Его структурная роль в поддержании ферментной активности и при синтезе белка. Метаболические функции ферментов, содержащих цинк. Микроэлементы и изоформы супероксиддисмутазы, их локализация в клетке и роль в защите тканей от активных форм кислорода. *Бор*: компартментация в клетке; формы соединений. Механизмы участия в регуляции физиологических процессов и метаболизма.

### **Тема 10. Удобрение растений**

Физиологические основы применения удобрений. Минеральные удобрения (азотные, фосфорные и калийные). Минеральное питание, рост и продуктивность растений. Использование показателей обмена минеральных элементов для оценки хозяйственно полезных качеств (эффективность использования удобрений, соле- и засухоустойчивость, качество с/х продукции и т.д.). Минеральное питание и моделирование продукционного процесса. Общие сведения о генетическом контроле поступления и усвоения элементов минерального питания. Формирование полиморфизма по реакции на уровне минерального питания. Генетический контроль минерального питания.

### **5. Образовательные технологии**

В учебном процессе используются компьютерные программы, разбор конкретных ситуаций. Внеаудиторная работа связана с проработкой литературы для подготовки к практическим занятиям. Удельный вес интерактивных форм подготовки составляет 30 %. Объем лекционных часов составляет около 10 общего количества часов.

---

*(Указываются образовательные технологии, используемые при реализации различных видов учебной работы.*

*В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки реализация компетентного подхода должна предусматривать широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерных симуляций, деловых и ролевых игр, разбор конкретных ситуаций, психологические и иные тренинги) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. В рамках учебных курсов должны быть предусмотрены встречи с представителями российских и зарубежных компаний, государственных и общественных организаций, мастер-классы экспертов и*

*специалистов.)*

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

При изучении дисциплины «Минеральное питание 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. 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 студентов составляет около 45% от общего количества часов (42 ч. из 72 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. При изучении дисциплины «Минеральное питание растений» 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 «Минеральное питание растений» необходимы следующие виды внеаудиторной самостоятельной работы:

1. Конспектирование, реферирование литературы.
2. Решение задач
3. Работа с лекционным материалом: проработка конспекта лекций, работа на полях конспекта с терминами
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 5-10 минут. Для подготовки необходимо заранее ознакомиться и законспектировать материалы, необходимые для практической работы на занятии (см «Содержание занятий»)

6. Написание рефератов по заданным преподавателем темам (см «Темы рефератов»)

7. По результатам самостоятельной работы будет выставлена оценка. Она может быть учтена при выставлении итогового модульного балла или в конце семестра, на зачетной неделе

### Разделы и темы, выносимые на самостоятельное изучение

Разделы и темы для самостоятельного изучения	Виды и содержание самостоятельной работы
<b>Модуль 1. Особенности поглощения минеральных веществ растением</b>	
<p><b>Тема 1. Введение. История изучения предмета</b>            Распространение корней в почве и рост, как процесс, обеспечивающий поглощение минеральных элементов.            Вклад Д.А. Сабинаина. Состав и структура почвы.</p>	<p>Обзор литературы по данной тематике, написание реферата, выполнение индивидуального задания</p>
<p><b>Тема 2. Почва как источник питательных веществ</b>            Питательные элементы в почве в форме:            1) прочно фиксированные и недоступные для растения (например, ионы калия и аммония в некоторых глинистых минералах,            2) труднорастворимые неорганические соли (сульфаты, фосфаты, карбонаты) и в такой форме недоступные для растения,</p>	<p>Письменный опрос</p>
<p><b>Тема 3. Роль корней в жизнедеятельности растений</b>            1. Ионы, как сигналы, запускающие программу роста и изменение морфологии корней.            2. Морфология и анатомия корня - структурная основа для выполнения различных функций.            3. Зоны роста корня. Представления о значении зон корня в поглощении ионов и их перемещении в другие части растения.</p>	<p>Устный опрос, тестовый опрос</p>
<p><b>Тема 4 Поступление ионов из среды и</b></p>	<p>Письменный опрос,</p>

<p><b>передвижение</b> Регуляция процессов поступления, накопления и распределения элементов минерального питания в системе целого растения</p>	<p>выполнение индивидуального задания</p>
<p><b>Тема 5 Радиальный и дальний транспорт ионов</b></p>	<p>Письменный опрос, тестовый опрос</p>
<p><b>Модуль 2. . Биологическая роль элементов минерального питания</b></p>	
<p><b>Тема 6. Азотный обмен растений</b> 1.Круговорот азота в природе. Формы азота, используемые растением 2.Поглощение и усвоение нитрата 3.Поглощение и ассимиляция аммония 4.Нитрификация, денитрификация, аммонификация. 5.Интеграция азотного метаболизма на уровне целого растения.</p>	<p>Обзор литературы по данной тематике, написание реферата, выполнение индивидуального задания</p>
<p><b>Тема 7. Накопление, формы соединений кальция, калия</b> 1.Регуляция процессов поступления, накопления и распределения элементов кальция и калия в системе целого растения  2. Взаимоотношение ионов при их поглощении.  3. Поступление, накопление и распределение по органам элементов питания в зависимости от внешних и внутренних факторов (доступность, рН, температура, водообеспеченность, видоспецифичность, возраст и др.).</p>	<p>Решение задач</p>
<p><b>Тема 8. Микроэлементы - особенности поступления и перемещения по растению</b>  1.Минеральное питание, рост и продуктивность растений.  2.Использование показателей обмена минеральных элементов для оценки хозяйственно полезных качеств (эффективность использования удобрений, соле- и засухоустойчивость, качество с/х</p>	<p>Мини-конференция</p>

продукции и т.д.).	
3. Минеральное питание и моделирование продукционного процесса.	
<b>Тема 9. Удобрения растений</b> 1. Запасы элементов минерального питания в почве и их доступность (адсорбированные ионы, почвенный раствор, труднорастворимые соединения). 2. Действие рН на доступность минеральных элементов почвы; значения рН, оптимальные для роста разных видов растений.	Устный опрос

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

### 7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

*(Перечень компетенций с указанием этапов их формирования приведен в описании образовательной программы).*

Компетенция	Знания, умения, навыки	Процедура освоения
ПК-1 Владеет культурой мышления, способен к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения	Знать: основные понятия физиологии минерального питания. Уметь обобщать и анализировать явления	Письменный опрос (Тема 1) Тестирование (Тема 2)
ПК-2 Способен использовать знания о современной естественнонаучной картине мира в образовательной и профессиональной деятельности, применять	Знать: современную естественно-научную картину мира. Уметь: использовать знания в образовательной и профессиональной деятельности Владеть методами экспериментального исследования в области	Письменный опрос, устный опрос

методы математической обработки информации, теоретического и экспериментального исследования	физиологии минерального питания	
--	---------------------------------	--

## 7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания.

### ПК-1

#### Схема оценки уровня формирования компетенции «ПК-1

способность творчески использовать в научной и производственно-технологической деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин (модулей), определяющих направленность (профиль) программы магистратуры».

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Должен знать основные понятия физиологии минерального питания. Уметь обобщать и анализировать явления	Показывает слабые знания основных понятий физиологии минерального питания; слабое знание основных принципов защиты окружающей среды как основы устойчивого развития биосферы.	Допускает неточности при демонстрации и знаний основных понятий физиологии минерального питания; слабое знание основных принципов защиты окружающей среды как основы устойчивого развития биосферы	Демонстрирует безошибочные знания основных понятий физиологии минерального питания; слабое знание основных принципов защиты окружающей среды как основы устойчивого развития биосферы.

## ПК – 2

Схема оценки уровня формирования компетенции «ПК – 2 способность планировать и реализовывать профессиональные мероприятия (в соответствии с направленностью (профилем) программы магистратуры)».

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Должен знать современную естественно-научную картину мира. Методики исследования в физиологии растений. Физиологическую роль минеральных веществ. Владеть методами экспериментального исследования в области физиологии минерального питания	Слабо знает особенности современной естественно-научной картины мира. Методики исследования в физиологии растений. Физиологическую роль минеральных веществ	Хорошо знает особенности современной естественно-научной картины мира. Методики исследования в физиологии растений. Физиологическую роль минеральных веществ	В совершенстве умеет связывать особенности современной естественно-научной картины мира. Методики исследования в физиологии растений. Физиологическую роль минеральных веществ. Владеет методами экспериментального исследования в области физиологии минерального питания

Если хотя бы одна из компетенций не сформирована, то положительная оценки по дисциплине быть не может.

### 7.3. Типовые контрольные задания

#### 7.3.1. Вопросы для текущего контроля знаний.

## **Занятие 1. Ионный транспорт.**

### **Вопросы к теме.**

1. Транспорт минеральных веществ. Развитие взглядов на поступление веществ в клетку.
2. Апопласт и симпласт: их структурная основа, роль в поступлении минеральных веществ
3. Критерии активного транспорта. Уравнение Нернста.
4. Вторичный активный транспорт на плазмалемме и тонопласте. Кинетический подход и теория переносчиков.
5. Пассивный транспорт. Ионные каналы растений. Общая модель структуры, функционирования и регуляции ионного канала.

## **Занятие 2. Радиальный и дальний транспорт ионов.**

### **Вопросы к теме.**

1. Поступление ионов в корень. Понятие о потоке ионов.
2. Трехклеточная модель поступления ионов в корень и их перемещения в ксилему.
3. Радиальный транспорт веществ в корне. Схема участия тканей корня в радиальном транспорте.
4. Дальний транспорт минеральных элементов.
5. Регуляция поглощения ионов корнями; адаптивные изменения систем транспорта в зависимости от доступности элементов в среде
6. Контроль поступления ионов через "запрос" надземных органов.

## **Занятие 3. Азотный обмен растений.**

### **Вопросы к теме.**

1. Круговорот азота в природе. Формы азота, используемые растением
2. Поглощение и усвоение нитрата
3. Поглощение и ассимиляция аммония
4. Нитрификация, денитрификация, аммонификация.
5. Интеграция азотного метаболизма на уровне целого растения.

## **Занятие 4. Использование и накопление калия, кальция.**

### **Вопросы к теме.**

1. Концентрация и распределение  $\text{Ca}^{2+}$  в структурах клетки. возможность его реутилизации.
2. Характеристика мембранных систем транспорта  $\text{Ca}^{2+}$ , особенности  $\text{Ca}^{2+}$ -сигнала.
3. Характеристика систем транспорта  $\text{K}^+$ , их функции в растении.
4. Роль  $\text{K}^+$  в поддержании потенциала на мембранах
5. Механизм устьичных движений.

6. Калий, как активатор ферментных систем.

### **Занятие 5. Функции фосфора, серы и магния в минеральном питании растений.**

#### **Вопросы к теме.**

1. Доступность фосфора в почве, особенности транспорта в корни.
2. Метаболическая компартментация его соединений в клетке.
3. Сера и ее метаболизм в растениях. Поглощение и транспорт сульфата.
4. Значение глутатиона и фитохелатинов.
5. Содержание и соединения магния в тканях растений.
6. Значение связи  $Mg^{2+}$  с аденозинфосфатами и фосфорилированными сахарами.
7. Магний - как активатор ферментных систем; роль в образовании функциональных рибосом.

### **Занятие 6. Значение микроэлементов в жизни растений..**

#### **Вопросы к теме.**

1. Железо: доступность в почве, валентность поглощаемой формы, роль микоризы.
2. Марганец: Активируемые им ферментные системы. Роль  $Mn^{2+}$  в функционировании ФС-2.
3. Молибден: Потребность в элементе; его значение для процессов утилизации азота среды.
4. Цинк: Его структурная роль в поддержании ферментной активности и при синтезе белка.
5. Бор: компартментация в клетке; формы соединений.
6. Нарушения в метаболизме растений при недостатке микроэлементов.

#### **7.3.2. Темы рефератов**

1. Развитие учения о минеральном питании растений.
2. Д.А.Сабинин и развитие представлений о физиологии минерального питания растений.
3. Вариабельность в потребности и накоплении минеральных элементов у видов растений и в зависимости от условий.
4. Потоки питательных веществ в почве.
5. Солеустойчивость. Состав и структура почвы.
6. Ион-транспортные системы растений
7. Синтетическая и выделительная функции корневой системы.
8. Круговорот азота в природе.
9. Калий, как активатор ферментных систем
10. Толерантность растений к их избытку и недостатку микроэлементов

### 7.3.3. Перечень вопросов, выносимых на зачет

Зарождение науки о минеральном питании растений

Какие три проблемы стояли у основ науки?

Какова роль питательных элементов в клетках растений?

В состав макроэлементов входят...?

Какова физиологическая роль фосфора в растениях ?

Микроэлементами растительной клетки являются...?

Чем определяется значение азота в растительной клетке?

Что является конечным продуктом фиксации азота?

Какой мультиферментный комплекс участвует в восстановлении азота?

Каким образом азот поступает в кл раст?

Из каких компонентов состоит фермент нитрогеназа?

Во сколько этапов идет восстановление азота до аммиака?

В какие орг соедин включается восстановленный аммиак в растениях?

Какие органические соединения образуются в результате обезвреживания аммиака?

Какой фермент катализирует процесс образования глутамина?

В чем заключается роль амидов в растении?

Какую роль играет сера для растительной клетки ?

Каким образом обезвреживается аммиак в растениях?

Каков механизм поступления минеральных солей через корневую систему?

В каком виде азот поступает в растения?

В чем заключается физиологическая роль фосфора в питании?

Когда появилась наука о минеральном питании растений?

Какие хим элементы необходимы растениям?

Какую роль играет фосфор в растениях?

В какой форме фосфор поступает в клетки растений ?

Какие источники элементов питания растений вам известны?

Какова функция ионных каналов?

Благодаря каким сосудам идет транспорт веществ в растениях?

Где в клетке накапливается свободный фосфор ?

Как растение поглощает азот?

На какие две группы можно разделить азотфиксирующие растения?

Основной источник минерального азота для растений это...?

Протонный градиент-это...?

Где происходит фиксация CO<sub>2</sub> в растениях?

В каких органах растений ассимилируется CO<sub>2</sub>?

Глутатион -это...?

К чему приводят большие концентрации нитратов в растениях?

От чего зависит активность НР- фермента?

На каких уровнях осуществляется регуляция НР-фермента?

Что такое реутиризация

Перечислите микро и макро элементы

Что такое минерализация

Что такое антогонизм  
Назовите фермент необходимый для восстановления нитрата до нитрита  
Перечислите два главных пути ассимиляции азота аммония растений  
Основной продукт первичной ассимиляции аммония  
В каком органоиде клетки происходит накопление свободного фосфата  
Что является запасной формой фосфора  
Назовите принципиальное отличие механизма транспорта неорганического фосфата через тонопласт от транспорта через плазмалемму  
Первичная ассимиляция -это...  
Назовите главный орган поглощения элементов минерального питания  
Какие существуют механизмы поглощения веществ корнем  
Какой фермент участвует в восстановлении нитрита до аммония  
В каких органах растения происходит восстановление серы  
Где локализованы ферменты синтеза цистеина  
Какие две формы глутаминсинтетазы содержатся в растениях  
Как происходит ближний транспорт в корне  
Что такое фосфорилирование  
Какой элемент необходим для активирования сульфата  
В каких листьях содержится больше зольных элементов: в молодых или старых? С чем это связано?  
Почему при недостатке кальция происходит размягчение и ослизнение растительных тканей?  
Каков биологический смысл образования кристаллов кальция в растительных клетках?  
Какие листья обнаруживают более резко выраженные симптомы фосфорного голодания при недостатке фосфора в почве - верхние или нижние? С чем это связано?  
У каких листьев молодых или старых, раньше появится хлороз при недостатке в почве растворимых соединений железа?  
Почему содержание нитратов в листьях резко снижается при выставлении растения на яркий свет?  
Какие из нижеперечисленных удобрений являются односторонними, какие - двусторонними и какие - многосторонними: калийная селитра, навоз, хлорид калия, печная зола, торф, фосфат аммония, бура, аммиачная селитра?  
Почему органические удобрения рекомендуется вносить в больших дозах и задолго до посева?  
В чем проявляется отрицательное влияние избытка азотных удобрений на урожай пшеницы и картофеля?

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

Общий результат модуля выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля – 40 % и промежуточного контроля - 60%.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий - 1 балл за практическое занятие,
- ответы на практических занятиях - 85 баллов,
- выполнение лабораторных заданий – 4 балла,
- выполнение домашних (аудиторных) контрольных работ - 10 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- письменная контрольная работа - 100 баллов, или - тестирование – 100 баллов.

Получение 51 балла в среднем за три модуля позволяет получить зачет.

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

### а) основная литература:

1. Якушкина Н.И. и др. Физиология растений.- М.: Владос, 2004. – 464с.
2. Алехина Н. Д., Балнокин Ю. В., Гавриленко В. Ф. и др. / Под ред. Ермакова. И. П. - Москва. "Academia", 2005.- 640с.
3. Медведев С.С. Физиология растений.- Издательство Санкт-Петербургского университета, 2004.- 336с.

### б) дополнительная литература:

1. Медведев С. С. Электрофизиология растений. С.-Петербург, Изд-во С.-Петербургского Ун-та, 1998. 182с.
2. Вахмистров Д.Б. Пространственная организация ионного транспорта в корне. 49 Тимирязевские чтения. М.: Наука, 1991. 49 с.
3. Маркарова **Е.Н.** Физиология корневого питания растений. М.: Изд-во МГУ, 1989. 103 с.
4. Кабата-Пендиас **ЗА.**, Пендиас С. Микроэлементы в почвах и растениях. М.: Мир, 1989. 439 с.
5. Люттге У., Хигинботам Н. Передвижение веществ в растениях. М.: Колос, 1984. 408 с.
6. Юрин В.М., Соколик А.И., Кудряшов АА. Регуляция ионного транспорта через мембраны растительных клеток. Мн: Навука і тэхшка, 1991. 271 с.
7. Нобел П. Физиология растительной клетки. М.: Мир,- 1973. 288 с
8. Кларксон Д. Транспорт ионов и структура растительной клетки. М.: Мир, 1978. 363с.

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

сайты: <http://www.ebio.ru/index-4.html>

<http://www.atheism.ru/science/index>

<http://evolution.atheism.ru/library/contemporanityhim>.

<http://www.b2science.org/>

<http://biology.asvu.ru/>

European Environment Agency (EEA) - <http://www.eea.europa.eu/>

<http://www.unep.org/infoterra/>

<http://www.ecoline.ru/>

Библиотека учебников по физиологии растений -

<http://window.edu.ru/window/library>

Основные справочные и поисковые системы LibNet, MedLine, PubMed, Google, Yandex, Rambler

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

Изучение дисциплины сопровождается активными методами ее контроля:

- входной контроль знаний и умений студентов при начале изучения очередной дисциплины;
- текущий контроль, то есть регулярное отслеживание уровня усвоения материала на лекциях, практических и лабораторных занятиях; в том числе с использованием тестирования
- промежуточный контроль по окончании изучения раздела или модуля курса;
- самоконтроль, осуществляемый студентом в процессе изучения дисциплины при подготовке к контрольным мероприятиям;
- итоговый контроль по дисциплине в виде зачета или экзамена (может быть проведен в виде тестирования);
- контроль остаточных знаний и умений спустя определенное время после завершения изучения дисциплины.

---

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

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по физиологии растений:

- обучение с использованием информационных технологий (персональные компьютеры, проектор, акустическая система, компьютерное тестирование, демонстрация мультимедийных материалов и т.д.);
- интернет-сервисы и электронные ресурсы (поисковые системы, электронная почта, профессиональные, тематические чаты и форумы, системы аудио и видео конференции, онлайн энциклопедии и справочники; электронные учебные и учебно-методические материалы).
- ЭБС Книгафонд, «Гарант», «Консультант»;
- <http://elibrary.ru> Научная электронная библиотека (крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, экономики, управления и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 12 млн. научных статей и публикаций). Электронная научная библиотека «elibrary» обеспечивает полнотекстовый доступ к научным журналам с глубиной архива 10 лет. Доступ осуществляется по IP адресам университета).

### **Лицензионное ПО**

ABBYY Lingvo x3, MV FoxPro 9.0, , Kaspersky Endpoint Security 10 for windows, Microsoft Access 2013, Project Expert

### **Свободно распространяемое ПО, установленное в лаборатории 53:**

Adobe Reader xi, DBurnerXP, GIMP 2, Inkscape, 7-zip, Crystal Player, Expert, systems, Far Manager 3 x64, Free Pascal, FreeCommander, Google Chrome, Yandex, Java, Java Development Kit, K-Lite Codec Pack, Lazarus, Microsoft Silverlight, Microsoft XNA Game Studio 4.0 Refresh, NetBeans, Notepad++, OpenOffice 4.4.1, PascalABC.NET, PhotoScape, QuickTime, Ralink Wireless, Scratch, SharePoint, VIA, WinDjView, Алгоритм.

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

Дисциплина «Минеральное питание и удобрения растений» обеспечена необходимой материально-технической базой: презентационным оборудованием, библиотекой с необходимой литературой, слайдами, компьютерными фильмами, презентациями.