

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева»  
(Астраханский государственный университет им. В. Н. Татищева)

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП

/ В.Н.Пилипенко/

«23» июня 2022 г.

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой ботаники, биоло-  
гии экосистем и земельных ресурсов

/В.Н.Пилипенко/

«23» июня 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Экология фотосинтеза**

Составитель

**Морозова Л.В., доцент, к.б.н.,  
доцент кафедры ботаники,  
биологии экосистем и  
земельных ресурсов  
06.03.01 Биология**

Направление подготовки

Направленность (профиль) ОПОП

Квалификация (степень)

Форма обучения

Год приема

Курс

**Экология**

**бакалавр**

**Очно-заочная**

**2020**

**3**

Астрахань 2022 г.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1. Цели:** сформировать представления о факторах среды, влияющих на интенсивность фотосинтеза, зависимости его продуктивности от внешних и внутренних условий, взаимодействии факторов и особенностей фотосинтеза в условиях разных природно-климатических зон.

### 2.2. Основные задачи:

- овладение, основными понятиями, законами экологии, моделями взаимоотношений компонентов экологических систем;
- изучить эколого-физиологическими особенностями фотосинтеза растений с разными типами метаболизма;
- получение сведений о специфике взаимодействия живых систем друг с другом и с неживой природой; об экологических аспектах фотосинтеза и его средообразующей роли в биосфере
- изучение особенностей функционирования фотосинтеза природных популяций растений, разных климатических зон, овладение методами их исследований;
- получение представлений о современном уровне антропогенного влияния на фитоценоотические комплексы.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

**2.1** Учебная дисциплина (модуль) «Экология фотосинтеза» относится к **Б1.В.09 Части, формируемой участниками образовательных отношений** и осваивается в 5 семестре.

**2.2.** Для изучения данной учебной дисциплины (модуля) необходимы следующие знания, умения и навыки и (или) опыт деятельности, формируемые предшествующими дисциплинами: «Ботаника», «Биология низших растений», «Биология высших растений», «Физиология растений», «Биоразнообразие и устойчивое развитие региона».

**Знать:** сущность процесса фотосинтеза и его взаимодействие и регуляцию в зависимости от условий окружающей среды, основные принципы и механизмы адаптации фотосинтеза различных растений к изменяющимся условиям среды и требования растений к условиям среды для оптимального фотосинтеза.

**Уметь:** диагностировать и прогнозировать возможные неблагоприятные действия изменяющихся факторов среды на фотосинтез и принимать меры к их устранению

**Владеть:** навыками определения возможных последствий действия неблагоприятных факторов среды на фотосинтез и разработки физиологических подходов для повышения его продуктивности и устойчивости к неблагоприятным условиям.

**2.3** Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной: «Фитоиндикация», «Физиология растений», «Экология размножения и развития растений», «Адаптационные реакции растений».

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки (специальности):

**а) общекультурных (ОК): -**

**б) общепрофессиональных (ОПК):** ОПК-5 – способностью применять знание принципов клеточной организации биологических объектов;

ОПК-10 – способностью применять базовые представления об основах общей, системной и прикладной экологии, принципы оптимального природопользования и охраны природы, мониторинга, оценки состояния природной среды и охраны живой природы.

**в) профессиональных (ПК): -**

**Таблица 1. Декомпозиция результатов обучения**

| Код и наименование компетенции | Результаты освоения дисциплины                                                                                                                                              |                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                | Знать                                                                                                                                                                       | Уметь                                                                                                                                                        | Владеть                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>ОПК- 5</b>                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Знать принципы структурной и функциональной организации растительных сообществ и их механизмы гомеостатического состояния</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Уметь применять основные физиологические методы анализа и оценки состояния системы растительных организмов</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Владеть методами анализа и оценки физиологического состояния, адаптационного потенциала и определения факторов улучшающих процесс фотосинтеза</li> </ul>                                                                                             |
| <b>ОПК-10</b>                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Знать и использовать базовые знания в области биологии для решения возникающих жизненных ситуаций в природных условиях</li> </ul>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Уметь прогнозировать последствия своей профессиональной деятельности и нести за них ответственность</li> </ul>        | <ul style="list-style-type: none"> <li>Владеть навыками этическими и правовыми нормами целесообразного отношения к природе и её охраны и сохранения. Грамотно владеть базовыми знаниями в области биологии в прогнозировании и устранении возможных неблагоприятных последствий.</li> </ul> |

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачётных единицы (144 часа).

Дисциплина «Экология фотосинтеза» в соответствии с учебным планом данной специальности изучается в 5 семестре на 3 курсе. На изучение курса по учебному плану отводится 144 часа, из них 18 часов – практических. Часы на самостоятельную работу студентов в данном учебном плане составляют 126 часов. Всего зачётных единиц – 4 (1 ЗЕ отводится на подготовку к экзамену). Текущий контроль предусматривает отчет студентов по семинарским занятиям, решение заданий в тестовой форме. Успешное освоение учебного материала учебной дисциплины подтверждается сдачей экзамена.

**Таблица 2. Структура и содержание дисциплины (модуля)**

|   | Наименование радела (темы)                                                                                      | Семестр | Контактная работа (в часах) |    |    |    | Самостоят. работа | Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)<br>Форма промежуточной аттестации (по семестрам) |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----------------------------|----|----|----|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |                                                                                                                 |         | Л                           | ПЗ | ЛР | КР |                   |                                                                                                             |
| 1 | Тема 1. Экологические факторы. Определение понятий экологические факторов, их классификация. Физиология стресса | 5       |                             | 2  |    |    | 10                | Собеседование, письменные ответы на вопросы                                                                 |
| 2 | Тема 2. Экология фотосинтеза.                                                                                   | 5       |                             | 3  |    |    | 15                | Собеседование, письменные ответы на вопросы, тест                                                           |
| 3 | Тема 3. Климат и фотосинтез.                                                                                    | 5       |                             | 3  |    |    | 13                | Собеседование, письменные ответы на вопросы                                                                 |
| 4 | Тема 4. Умеренный климатический пояс. Фотосинтез древесных растений лесной зоны.                                | 5       |                             | 3  |    |    | 13                | Собеседование, письменные ответы на вопросы                                                                 |
| 5 | Тема 5. Особенности фотосинтеза растений субарктического и умеренного поясов                                    | 5       |                             | 2  |    |    | 13                | Собеседование, письменные ответы на вопросы                                                                 |
| 6 | Тема 6. Фотосинтез расте-                                                                                       | 5       |                             | 3  |    |    | 13                | Собеседование, письменные                                                                                   |

|   |                                                                                                    |   |  |    |  |  |     |                                                     |
|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------|---|--|----|--|--|-----|-----------------------------------------------------|
|   | ний степей и жарких пустыней<br>Фотосинтез растений субтропиков и высокогорного альпийского поясов |   |  |    |  |  |     | ответы на вопросы                                   |
| 7 | Тема 7. Фотосинтез растений тропического и экваториального поясов                                  | 5 |  | 2  |  |  | 13  | Собеседование, письменные ответы на вопросы         |
|   |                                                                                                    |   |  | 18 |  |  | 90  | Экзамен (1 з.е. отводится на подготовку к экзамену) |
|   | <b>ИТОГО</b>                                                                                       |   |  | 18 |  |  | 126 |                                                     |

Л – занятия лекционного типа; ПЗ – практические занятия, семинары, ЛР – лабораторные работы; КР – курсовая работа; СР – самостоятельная работа по отдельным темам

**Таблица 3. Матрица соотнесения тем/разделов учебной дисциплины/модуля и формируемых в них компетенций**

| Темы, разделы дисциплины                                                                                                   | Кол-во часов | Компетенции |         |   |   |   |   |   |   |   |  |  | У<br>общее количество компетенций |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------|---------|---|---|---|---|---|---|---|--|--|-----------------------------------|
|                                                                                                                            |              | 1           | 2       | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |  |  |                                   |
| Тема 1. Экологические факторы. Определение понятий экологические факторов, их классификация. Физиология стресса            | 12           | ОПК – 5     | ОПК –10 |   |   |   |   |   |   |   |  |  | 2                                 |
| Тема 2. Экология фотосинтеза.                                                                                              | 18           | ОПК – 5     | ОПК –10 |   |   |   |   |   |   |   |  |  | 2                                 |
| Тема 3. Климат и фотосинтез.                                                                                               | 16           | ОПК – 5     | ОПК –10 |   |   |   |   |   |   |   |  |  | 2                                 |
| Тема 4. Умеренный климатический пояс. Фотосинтез древесных растений лесной зоны.                                           | 16           | ОПК – 5     | ОПК –10 |   |   |   |   |   |   |   |  |  | 2                                 |
| Тема 5. Особенности фотосинтеза растений субарктического и умеренного поясов                                               | 15           | ОПК – 5     | ОПК –10 |   |   |   |   |   |   |   |  |  | 2                                 |
| Тема 6. Фотосинтез растений степей и жарких пустыней<br>Фотосинтез растений субтропиков и высокогорного альпийского поясов | 16           | ОПК – 5     | ОПК –10 |   |   |   |   |   |   |   |  |  | 2                                 |
| Тема 7. Фотосинтез растений тропического и экваториального поясов                                                          | 15           | ОПК – 5     | ОПК –10 |   |   |   |   |   |   |   |  |  | 2                                 |
| <b>Экзамен</b>                                                                                                             | 36           |             |         |   |   |   |   |   |   |   |  |  |                                   |
| <b>Итого</b>                                                                                                               | 144          |             |         |   |   |   |   |   |   |   |  |  | 2                                 |

### Краткое содержание дисциплины (Модуля)

#### Тема 1. Экологические факторы. Определение понятий экологические факторов, их классификация. Физиология стресса

Понятие среды, экологических факторов, их классификация. Свет, температура, влажность, эдафические факторы, их значение и действие. Лимитирующие факторы среды. Климатические факторы и их роль в формировании биогеографических зон и поясов. Понятие о стрессе у растений. Основы процесса фотосинтеза.

## **Тема 2. Экология фотосинтеза.**

Фотосинтез – значение для растений и планетарное значение. История изучения фотосинтеза. Физико-химическая сущность фотосинтеза. Значение работ К.А. Тимирязева в изучении фотосинтеза. Лист как орган фотосинтеза. Хлоропласты, структура, их состав и функции. Пигменты зеленого листа. Их химические и физические свойства. Участие хлорофилла в фотосинтезе. Основные группы пигментов зеленого листа. Хлорофиллы. Химические и физические свойства хлорофиллов. Приспособительный характер спектров поглощения хлорофиллом для максимального использования ФАР. Пигменты морских водорослей. Хроматическая адаптация морских водорослей. Состояние хлорофилла в хлоропластах. Синтез хлорофилла. Участие хлорофилла в фотосинтезе. Хлорофилл как фото-сенситизатор. Уровни возбуждения хлорофилла. Фотофизический и фотохимический этапы участия хлорофилла в фотосинтезе. Фотосинтез как окислительно-восстановительный процесс. Каротиноиды. Химическое строение, свойства. Спектры поглощения. Функции в фотосинтезе.

## **Тема 3. Климат и фотосинтез.**

Зависимость фотосинтеза от содержания углекислого газа. Роль электрического потенциала атмосферы и листьев растений в поглощении CO<sub>2</sub>. Работы З.И. Журбицкого. Влияние кислорода на фотосинтез. Особенности влияния кислорода на фотосинтез разных растений. Оптимальные температуры для фотосинтеза разных растений. Вода в фотосинтезе. Роль воды в темновой фазе фотосинтеза. Влияние элементов минерального питания (P, Mg, Fe, K, N, Mn, Ca, Cl, Cu) на интенсивность фотосинтеза.

## **Тема 4. Умеренный климатический пояс. Фотосинтез древесных растений лесной зоны.**

Общие сведения о фотосинтезе. Химический состав и строение хлоропласта. Физика и биохимия фотосинтеза. Лист — основной фотосинтезирующий орган растений. Фотосинтез целого древесного растения. Фотосинтетическая продуктивность лесного фитоценоза. Распределение радиации в кронах деревьев и лесных фитоценозах. Использование фотосинтетически активной радиации фитоценозами. Биологическая продуктивность.

## **Тема 5. Особенности фотосинтеза растений субарктического и умеренного поясов**

Факторы формирующие климат. Сущность понятий климат и погода. Арктический (антарктический) пояс, географическое положение. Особенности климатических факторов (света, температуры). Субарктический и субантарктический климатические пояса, географическое положение, особенности климата. Особенности фотосинтеза и характер приспособлений растений к условиям субарктического пояса. Умеренный климатический пояс. Географическое положение и особенности климата, смена годовых сезонов. Особенности фотосинтеза растений. Основные особенности фотосинтеза сообщества хвойных пород. Основные особенности фотосинтез лиственных пород.

## **Тема 6. Фотосинтез растений степей и жарких пустыней**

Основная характеристика зоны степей. Географическое распространение. Современное состояние степей. Климат степей. Континентальность степного климата. Растительность степных сообществ, видовой состав. Современное представление о безлесье степей. Индекс сухости и его значение. Новый путь фотосинтеза у злаков тропического происхождения (характер усвоения CO<sub>2</sub>, как приспособление к засухе. C<sub>4</sub>-путь фотосинтеза). Основные особенности хода химических реакций фотосинтеза растений. В чем суть двойного карбоксилирования (усвоение CO<sub>2</sub>).

Как и когда возник новый путь фотосинтеза C<sub>4</sub>-пути и причины. Преимущества растений C<sub>4</sub>-пути. Климатические особенности жарких пустыней. Географическое распростра-

нение. Фотосинтез пустынных травянистых и деревянистых не суккулентных растений. Особенности суточного хода фотосинтеза. Фотосинтез эфемеров и эфемероидов, длительно вегетирующих растений. Продуктивность фотосинтеза у растений двух групп пустынных растений. Эволюция фотосинтеза у кактусов и суккулентов (толстянки) по пути С4. Каковы особенности их фотосинтеза и их отличие в усвоении CO<sub>2</sub> от С3-пути и С4-пути тропических растений. Эколого-географическая и климатическая характеристика зоны субтропиков. Особенности зимнего и летнего периодов. Температурный режим, количество и характер выпадения осадков по сезонам.

## **Тема 7. Фотосинтез растений тропического и экваториального поясов**

Географическое распространение и природно-климатические условия Тропического пояса. Географическое распространение и природно-климатические условия экваториального пояса. Общая характеристика особенностей экосистем тропических лесов, богатство их флоры и фауны. Ярусность тропического леса, его причины и основные растения, занимающие ярусы в лесу. Явление цветного разнообразия листьев деревянистых и травянистых растений. Явление каулифлории у растений тропического леса. Эпифиты и эпифиллы тропических лесов, причины распространения и значение для самих этих растений, особенности роста и питания. Суккуленты тропического леса. Особенности транспирации растений тропического пояса, имеющую связь с характером хода фотосинтеза. Особенности фотосинтеза растений тропического и экваториального леса.

## **5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

### **5.1. Указания по организации и проведению практических занятий с перечнем учебно-методического обеспечения**

ФГБОУ ВО «АГУ» располагает учебно-методической и материально-технической базой, обеспечивающей проведение всех видов дисциплинарной и междисциплинарной подготовки, лабораторной, практической и научно-исследовательской работы обучающихся (в том числе с ограниченными возможностями здоровья и студентов с инвалидностью), которые предусмотрены учебным планом ОПОП ВО по данному направлению подготовки.

Специальные помещения представляют собой учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения профилактического обслуживания учебного оборудования. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории. Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ), в случае применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий, к современным профессиональным базам данных и информационно-справочным системам, состав которых определяется темами рабочей программы дисциплины и подлежит ежегодному обновлению.

### **5.2. Указания для обучающихся по освоению дисциплины (модулю)**

| Номер раздела (темы)                                                                                            | Темы/вопросы, выносимые на самостоятельное изучение                                                                                       | Кол-во часов | Формы работы                                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------------------------------------------|
| Тема 1. Экологические факторы. Определение понятий экологические факторов, их классификация. Физиология стресса | Климатические факторы и их роль в формировании биогеографических зон и поясов. Понятие о стрессе у растений. Основы процесса фотосинтеза. | 10           | Работа с учебным материалом, подготовка к собеседованию |
| Тема 2. Экология фотосин-                                                                                       | Фотосинтез – значение для растений и плане-                                                                                               | 15           | Работа с учебным                                        |

|                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |    |                                                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|------------------------------------------------------------|
| теза.                                                                                                                    | тарное значение. История изучения фотосинтеза. Основные группы пигментов зеленого листа. Хлорофиллы. Химические и физические свойства хлорофиллов. Пигменты морских водорослей. Хроматическая адаптация морских водорослей. Фотосинтез как окислительно-восстановительный процесс. Каротиноиды. Химическое строение, свойства. Спектры поглощения. Функции в фотосинтезе.                                                          |    | материалом, подготовка к собеседованию, подготовка к тесту |
| Тема 3. Климат и фотосинтез.                                                                                             | Зависимость фотосинтеза от содержания углекислого газа. Работы З.И. Журбицкого. Оптимальные температуры для фотосинтеза разных растений. Вода в фотосинтезе. Роль воды в темновой фазе фотосинтеза.                                                                                                                                                                                                                                | 13 | Работа с учебным материалом, подготовка к собеседованию    |
| Тема 4. Умеренный климатический пояс. Фотосинтез древесных растений лесной зоны.                                         | Фотосинтез целого древесного растения. Фотосинтетическая продуктивность лесного фитоценоза. Использование фотосинтетически активной радиации фитоценозами. Биологическая продуктивность.                                                                                                                                                                                                                                           | 13 | Работа с учебным материалом, подготовка к собеседованию    |
| Тема 5. Особенности фотосинтеза растений субарктического и умеренного поясов                                             | Факторы формирующие климат. Субарктический и субантарктический климатические пояса, географическое положение, особенности климата. Основные особенности фотосинтеза сообщества хвойных пород. Основные особенности фотосинтез лиственных пород.                                                                                                                                                                                    | 13 | Работа с учебным материалом, подготовка к собеседованию    |
| Тема 6. Фотосинтез растений степей и жарких пустыней. Фотосинтез растений субтропиков и высокогорного альпийского поясов | Основная характеристика зоны степей. Современное состояние степей. Климат степей. Растительность степных сообществ, видовой состав. Современное представление о безлесье степей. Индекс сухости и его значение. Новый путь фотосинтеза у злаков тропического происхождения.                                                                                                                                                        | 13 | Работа с учебным материалом, подготовка к собеседованию    |
| Тема 7. Фотосинтез растений тропического и экваториального поясов                                                        | Географическое распространение и природно-климатические условия Тропического пояса. Общая характеристика особенностей экосистем тропических лесов, богатство их флоры и фауны. Ярусность тропического леса, его причины и основные растения, занимающие ярусы в лесу. Эпифиты и эпифиллы тропических лесов, причины распространения и значение для самих этих растений, особенности роста и питания. Суккуленты тропического леса. | 13 | Работа с учебным материалом, подготовка к собеседованию    |

### 5.3. Виды и формы письменных работ, предусмотренных при освоении дисциплины, выполняемые обучающимися самостоятельно.

| Номер раздела (темы)                                                                                            | Темы/вопросы, выносимые на самостоятельное изучение                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Формы работы                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| Тема 1. Экологические факторы. Определение понятий экологические факторов, их классификация. Физиология стресса | Климатические факторы и их роль в формировании биогеографических зон и поясов. Понятие о стрессе у растений. Основы процесса фотосинтеза.                                                                                                                                                                                                                                                                           | Письменные ответы на вопросы |
| Тема 2. Экология фотосинтеза.                                                                                   | Фотосинтез – значение для растений и планетарное значение. История изучения фотосинтеза. Основные группы пигментов зеленого листа. Хлорофиллы. Химические и физические свойства хлорофиллов. Пигменты морских водорослей. Хроматическая адаптация морских водорослей. Фотосинтез как окислительно-восстановительный процесс. Каротиноиды. Химическое строение, свойства. Спектры поглощения. Функции в фотосинтезе. | Письменные ответы на вопросы |
| Тема 3. Климат и фотосинтез.                                                                                    | Зависимость фотосинтеза от содержания угле-                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Письменные                   |

|                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
|                                                                                                                            | кислого газа. Работы З.И. Журбицкого. Оптимальные температуры для фотосинтеза разных растений. Вода в фотосинтезе. Роль воды в темновой фазе фотосинтеза.                                                                                                                                                                                                                                                                          | ответы на вопросы            |
| Тема 4. Умеренный климатический пояс. Фотосинтез древесных растений лесной зоны.                                           | Фотосинтез целого древесного растения. Фотосинтетическая продуктивность лесного фитоценоза. Использование фотосинтетически активной радиации фитоценозами. Биологическая продуктивность.                                                                                                                                                                                                                                           | Письменные ответы на вопросы |
| Тема 5. Фотосинтез лиственных пород умеренного пояса. (Зона широколиственных лесов)                                        | Факторы формирующие климат. Субарктический и субантарктический климатические пояса, географическое положение, особенности климата. Основные особенности фотосинтеза сообщества хвойных пород. Основные особенности фотосинтеза лиственных пород.                                                                                                                                                                                   | Письменные ответы на вопросы |
| Тема 6. Фотосинтез растений степей и жарких пустыней<br>Фотосинтез растений субтропиков и высокогорного альпийского поясов | Основная характеристика зоны степей. Современное состояние степей. Климат степей. Растительность степных сообществ, видовой состав. Современное представление о безлесье степей. Индекс сухости и его значение. Новый путь фотосинтеза у злаков тропического происхождения.                                                                                                                                                        | Письменные ответы на вопросы |
| Тема 7. Фотосинтез растений тропического и экваториального поясов                                                          | Географическое распространение и природно-климатические условия Тропического пояса. Общая характеристика особенностей экосистем тропических лесов, богатство их флоры и фауны. Ярусность тропического леса, его причины и основные растения, занимающие ярусы в лесу. Эпифиты и эпифиллы тропических лесов, причины распространения и значение для самих этих растений, особенности роста и питания. Суккуленты тропического леса. | Письменные ответы на вопросы |

## 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

### 6.1. Образовательные технологии

Семинарское занятие – это одна из форм обучения студентов, позволяющее «включить студентов в активный мыслительный процесс, заинтересовать их обсуждаемой проблемой и вовлечь в дискуссию». В деятельности преподавателя главное участие заключается в организации дискуссии, возможного спора, что стимулирует дух соревнования в обсуждении вопросов по заранее подготовленным вопросам и поиска коллективной истины. При этом преподаватель утверждает истину без навязывания своего мнения и его мастерство должно проявляться в дискуссионно поставленном вопросе. Поэтому применение интерактивного обучения при изучении экологии фотосинтеза является важным, но и не легким, в осуществлении совершенствования подготовки студентов. Семинарское занятие – наиболее подходящее место в обучении, позволяющее «включить студентов в активный мыслительный процесс, заинтересовать их обсуждаемой проблемой и вовлечь в дискуссию».

### 6.2. Информационные технологии

Информационные технологии, используемые при реализации различных видов учебной и внеучебной работы:

- использование возможностей Интернета в учебном процессе (использование информационного сайта преподавателя (рассылка заданий, предоставление выполненных работ, ответы на вопросы, ознакомление учащихся с оценками и т.д.))
- использование электронных учебников и различных сайтов (например, электронные библиотеки, журналы и т.д.) как источник информации
- использование возможностей электронной почты преподавателя

- использование средств представления учебной информации (электронных учебных пособий и практикумов, применение новых технологий для проведения очных (традиционных) лекций и семинаров с использованием презентаций и т.д.)

- использование виртуальной обучающей среды (или системы управления обучением LMS Moodle «Электронное образование») или иных информационных систем, сервисов и мессенджеров.

### **6.3. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

#### **Перечень лицензионного программного обеспечения 2022-2023 уч.г.**

| <b>Наименование программного обеспечения</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>Назначение</b>                                                                                                                                                                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Adobe Reader                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Программа для просмотра электронных документов                                                                                                                                      |
| Платформа дистанционного обучения LMS Moodle                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Виртуальная обучающая среда                                                                                                                                                         |
| Mozilla FireFox                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Браузер                                                                                                                                                                             |
| Microsoft Office 2013, Microsoft Office Project 2013, Microsoft Office Visio 2013                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Пакет офисных программ                                                                                                                                                              |
| 7-zip                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Архиватор                                                                                                                                                                           |
| Microsoft Windows 7 Professional                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Операционная система                                                                                                                                                                |
| Kaspersky Endpoint Security                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Средство антивирусной защиты                                                                                                                                                        |
| Google Chrome                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Браузер                                                                                                                                                                             |
| Notepad++                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Текстовый редактор                                                                                                                                                                  |
| OpenOffice                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Пакет офисных программ                                                                                                                                                              |
| Opera                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Браузер                                                                                                                                                                             |
| Paint .NET                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Растровый графический редактор                                                                                                                                                      |
| Scilab                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Пакет прикладных математических программ                                                                                                                                            |
| Microsoft Security Assessment Tool. Режим доступа: <a href="http://www.microsoft.com/ru-ru/download/details.aspx?id=12273">http://www.microsoft.com/ru-ru/download/details.aspx?id=12273</a> (Free)<br>Windows Security Risk Management Guide Tools and Templates. Режим доступа: <a href="http://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=6232">http://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=6232</a> (Free) | Программы для информационной безопасности                                                                                                                                           |
| MathCad 14                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Система компьютерной алгебры из класса систем автоматизированного проектирования, ориентированная на подготовку интерактивных документов с вычислениями и визуальным сопровождением |
| 1С: Предприятие 8                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Система автоматизации деятельности на предприятии                                                                                                                                   |
| KOMPAS-3D V13                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Создание трёхмерных ассоциативных моделей отдельных элементов и сборных конструкций из них                                                                                          |
| Blender                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Средство создания трёхмерной компьютерной графики                                                                                                                                   |
| PyCharm EDU                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Среда разработки                                                                                                                                                                    |
| R                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Программная среда вычислений                                                                                                                                                        |
| VirtualBox                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Программный продукт виртуализации операционных систем                                                                                                                               |
| VLC Player                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Медиапроигрыватель                                                                                                                                                                  |
| Microsoft Visual Studio                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Среда разработки                                                                                                                                                                    |
| Cisco Packet Tracer                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Инструмент моделирования компьютерных сетей                                                                                                                                         |
| CodeBlocks                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Кроссплатформенная среда разработки                                                                                                                                                 |
| Eclipse                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Среда разработки                                                                                                                                                                    |
| Lazarus                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Среда разработки                                                                                                                                                                    |
| PascalABC.NET                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Среда разработки                                                                                                                                                                    |
| VMware (Player)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Программный продукт виртуализации операционных систем                                                                                                                               |
| Far Manager                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Файловый менеджер                                                                                                                                                                   |
| Sofa Stats                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Программное обеспечение для статистики, анализа и отчётности                                                                                                                        |
| Maple 18                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Система компьютерной алгебры                                                                                                                                                        |
| WinDjView                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Программа для просмотра файлов в формате DJV и DjVu                                                                                                                                 |
| MATLAB R2014a                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Пакет прикладных программ для решения задач технических вычислений                                                                                                                  |
| Oracle SQL Developer                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Среда разработки                                                                                                                                                                    |

## **Перечень электронно-библиотечных систем (ЭБС)**

Перечень электронных ресурсов, предоставляемых Научной библиотекой АГУ на 2022 г., которые могут быть использованы для информационного обеспечения дисциплины (модуля)

1. Электронная библиотечная система IPRbooks [www.iprbookshop.ru](http://www.iprbookshop.ru)
2. Электронно-библиотечная система BOOK.ru <https://book.ru>
3. Электронная библиотечная система издательства ЮРАЙТ, раздел «Легендарные книги». [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru), <https://urait.ru/>
4. Электронная библиотека «Астраханский государственный университет» собственной генерации на платформе ЭБС «Электронный Читальный зал – БиблиоТех» <https://biblio.asu.edu.ru> Учётная запись образовательного портала АГУ
5. Электронно-библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента» Многопрофильный образовательный ресурс «Консультант студента» является электронной библиотечной системой, предоставляющей доступ через Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретённым на основании прямых договоров с правообладателями. Каталог содержит более 15 000 наименований изданий. [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru) Регистрация с компьютеров АГУ
6. Электронно-библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента» Для кафедры восточных языков факультета иностранных языков. Многопрофильный образовательный ресурс «Консультант студента» является электронной библиотечной системой, предоставляющей доступ через Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретённым на основании прямых договоров с правообладателями по направлению «Восточные языки» [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru) Регистрация с компьютеров АГУ
7. Электронно-образовательный ресурс для иностранных студентов «РУССКИЙ ЯЗЫК КАК ИНОСТРАННЫЙ» [www.ros-edu.ru](http://www.ros-edu.ru)

## **Перечень современных профессиональных баз данных, информационных справочных систем**

1. Универсальная справочно-информационная полнотекстовая база данных периодических изданий ООО «ИВИС» <http://dlib.eastview.com> (Имя пользователя: AstrGU Пароль: AstrGU)
2. Электронные версии периодических изданий, размещённые на сайте информационных ресурсов [www.polpred.com](http://www.polpred.com)
3. Электронный каталог Научной библиотеки АГУ на базе MARK SQL НПО «Информ-систем» <https://library.asu.edu.ru/catalog/>
4. Электронный каталог «Научные журналы АГУ» <https://journal.asu.edu.ru/>  
Корпоративный проект Ассоциации региональных библиотечных консорциумов (АРБИКОН) «Межрегиональная аналитическая роспись статей» (МАРС) – сводная база данных, содержащая полную аналитическую роспись 1800 названий журналов по разным отраслям знаний. Участники проекта предоставляют друг другу электронные копии отсканированных статей из книг, сборников, журналов, содержащихся в фондах их библиотек. <http://mars.arbicon.ru>
5. Справочная правовая система КонсультантПлюс.  
Содержится огромный массив справочной правовой информации, российское и региональное законодательство, судебную практику, финансовые и кадровые консультации, консультации для бюджетных организаций, комментарии законодательства, формы документов, проекты нормативных правовых актов, международные правовые акты, правовые акты, технические нормы и правила. <http://www.consultant.ru>

## **7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

### 7.1. Паспорт фонда оценочных средств.

При проведении текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) «Экология фотосинтеза» проверяется сформированность у обучающихся компетенций, указанных в разделе 3 настоящей программы. Этапность формирования данных компетенций в процессе освоения образовательной программы определяется последовательным освоением дисциплин (модулей) и прохождением практик, а в процессе освоения дисциплины (модуля) – последовательным достижением результатов освоения содержательно связанных между собой разделов, тем.

**Таблица 5. Соответствие изучаемых разделов, результатов обучения и оценочных средств**

| п/п | Контролируемые разделы (темы) дисциплины*                                                                                  | Код контролируемой компетенции (или ее части) | Наименование оценочного средства                  |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| 1   | Тема 1. Экологические факторы. Определение понятий экологические факторов, их классификация. Физиология стресса            | ОПК-5; ОПК-10                                 | Собеседование, письменные ответы на вопросы       |
| 2   | Тема 2. Экология фотосинтеза.                                                                                              | ОПК-5; ОПК-10                                 | Собеседование, письменные ответы на вопросы, тест |
| 3   | Тема 3. Климат и фотосинтез.                                                                                               | ОПК-5; ОПК-10                                 | Собеседование, письменные ответы на вопросы       |
| 4   | Тема 4. Умеренный климатический пояс. Фотосинтез древесных растений лесной зоны.                                           | ОПК-5; ОПК-10                                 | Собеседование, письменные ответы на вопросы       |
| 5   | Тема 5. Особенности фотосинтеза растений субарктического и умеренного поясов                                               | ОПК-5; ОПК-10                                 | Собеседование, письменные ответы на вопросы       |
| 6   | Тема 6. Фотосинтез растений степей и жарких пустыней<br>Фотосинтез растений субтропиков и высокогорного альпийского поясов | ОПК-5; ОПК-10                                 | Собеседование, письменные ответы на вопросы       |
| 7   | Тема 7. Фотосинтез растений тропического и экваториального поясов                                                          | ОПК-5; ОПК-10                                 | Собеседование, письменные ответы на вопросы       |

Для оценивания результатов обучения в виде **знаний** используются следующие типы контроля:

- тестирование;
- индивидуальное или групповое собеседование,
- письменные ответы на вопросы.

### 7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

**Таблица 6. Критерии оценивания результатов обучения**

|                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5<br>«отлично»           | -дается комплексная оценка предложенной ситуации;<br>-демонстрируются глубокие знания теоретического материала и умение их применять;<br>- последовательное, правильное выполнение всех заданий;<br>-умение обоснованно излагать свои мысли, делать необходимые выводы.                                                                                            |
| 4<br>«хорошо»            | -дается комплексная оценка предложенной ситуации;<br>-демонстрируются глубокие знания теоретического материала и умение их применять;<br>- последовательное, правильное выполнение всех заданий;<br>-возможны единичные ошибки, исправляемые самим студентом после замечания преподавателя;<br>-умение обоснованно излагать свои мысли, делать необходимые выводы. |
| 3<br>«удовлетворительно» | -затруднения с комплексной оценкой предложенной ситуации;<br>-неполное теоретическое обоснование, требующее наводящих вопросов преподавателя;<br>-выполнение заданий при подсказке преподавателя;                                                                                                                                                                  |

|                            |                                                                                                             |
|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                            | - затруднения в формулировке выводов.                                                                       |
| 2<br>«неудовлетворительно» | - неправильная оценка предложенной ситуации;<br>- отсутствие теоретического обоснования выполнения заданий. |

**Таблица 7**

**Показатели оценивания результатов обучения в виде умений и владений**

|                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5<br>«отлично»             | - демонстрируются глубокие знания теоретического материала и умение их применять;<br>- последовательное, правильное выполнение всех заданий;<br>- умение обоснованно излагать свои мысли, делать необходимые выводы.                                                                                                                                                   |
| 4<br>«хорошо»              | - дается комплексная оценка предложенной ситуации;<br>- демонстрируются глубокие знания теоретического материала и умение их применять;<br>- последовательное, правильное выполнение всех заданий;<br>- возможны единичные ошибки, исправляемые самим студентом после замечания преподавателя;<br>- умение обоснованно излагать свои мысли, делать необходимые выводы. |
| 3<br>«удовлетворительно»   | - затруднения с комплексной оценкой предложенной ситуации;<br>- неполное теоретическое обоснование, требующее наводящих вопросов преподавателя;<br>- выполнение заданий при подсказке преподавателя;<br>- затруднения в формулировке выводов.                                                                                                                          |
| 2<br>«неудовлетворительно» | - неправильная оценка предложенной ситуации;<br>- отсутствие теоретического обоснования выполнения заданий.                                                                                                                                                                                                                                                            |

**7.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности:**

**Вопросы к семинару №1.**

**Тема: Экологические факторы фотосинтеза и влияние экологических факторов на интенсивность фотосинтеза.**

1. Понятие среды, экологических факторов, их классификация.
2. Свет, температура, влажность, эдафические факторы, их значение и действие.
3. Лимитирующие факторы среды. Сущность законов Либиха и Шелфорда.
4. Периодичность действия экологических факторов. Климатические факторы и их роль в формировании биогеографических зон и поясов.
5. Понятие о стрессе у растений. Селье и Генкель, Шматько о стрессе.
6. Устойчивость растений к стрессорам. Процессы обеспечивающие устойчивость растений к стрессам.
7. Стрессовые белки, как механизм адаптации и преодоления стресса.
8. Основы процесса фотосинтеза.
9. Показатели процесса фотосинтеза характеризующие его связь с экологическими факторами. В каких единицах измеряется интенсивность фотосинтеза?
10. Что такое фотосинтетический коэффициент? От чего зависит его величина?
11. Что такое квантовый расход и квантовый выход фотосинтеза?
12. Какое число называют ассимиляционным?
13. Что такое наблюдаемый и истинный фотосинтез?
14. Что такое чистая продуктивность фотосинтеза?

**Вопросы к семинару №2**

**Тема. Зависимость фотосинтеза от факторов внешней среды**

***Зависимость фотосинтеза от световых условий***

1. Какую роль играет свет в фотосинтезе?
2. Как зависит интенсивность фотосинтеза от интенсивности света?
3. Свет как экологический фактор фотосинтеза. Особенности хода фотосинтеза разных экологических групп растений.
4. Что такое световое насыщение? Что такое компенсационная точка?

5. Какая кривая называется световой кривой фотосинтеза?
6. Чем отличаются световые кривые  $C_3$ - и  $C_4$ -растений?
7. Чем отличаются световые кривые светолюбивых и теневыносливых растений?
8. Как влияет спектральный состав света на интенсивность фотосинтеза?
9. Как влияет спектральный состав света на химический состав ассимилятов?
10. На какую фазу фотосинтеза влияет свет? Что при этом происходит?
11. Растения световые, теневыносливые и теневые, особенности их фотосинтеза. Что такое компенсационная точка, при каких условиях она возникает у световых и теневых растений. Характер светового насыщения у таких растений
12. Суточный ход процесса фотосинтеза. Двувёршинный ход интенсивности фотосинтеза и его причины.
13. Адаптивные изменения структуры фотосинтетического аппарата к различной интенсивности освещения.

### **Вопросы к семинару №3. Тема Зависимость фотосинтеза от факторов внешней среды**

#### ***Зависимость фотосинтеза от содержания углекислого газа***

1. Какую роль играет углекислый газ в фотосинтезе? В какой фазе он участвует?
2. Зависимость фотосинтеза от концентрации  $CO_2$ . Механизм поглощения растением  $CO_2$ . Роль электрического потенциала атмосферы и листьев растений в поглощении  $CO_2$ . Работы З.И. Журбицкого
3. При каком содержании углекислого газа в атмосфере наступает компенсация фотосинтеза и дыхания? Какова роль при этом температуры?
4. Может ли использоваться для фотосинтеза  $CO_2$  почвенного воздуха?

#### ***Влияние кислорода на фотосинтез.***

5. Особенности влияния кислорода на фотосинтез разных растений.
6. Что такое эффект Варбурга? Чем он объясняется

#### ***Температура***

7. Как зависит интенсивность фотосинтеза от температуры?
8. Какую роль играет температура в фотосинтезе?
9. Оптимальные температуры для фотосинтеза разных растений.

#### ***Вода***

10. Какую роль играет вода в фотосинтезе?
11. Как зависит интенсивность фотосинтеза от оводненности тканей?
12. Как влияет вода на скорость темновой фазы фотосинтеза?

#### ***Элементы минерального питания***

13. Какие элементы минерального питания играют в фотосинтезе субстратную роль и какие — регуляторную?
14. В чем выражается субстратная роль элементов минерального питания и в чем — регуляторная?
15. Как и почему влияет на фотосинтез дефицит отдельных элементов минерального питания?
16. Влияние элементов минерального питания (P, Mg, Fe, K, N, Mn, Ca, Cl, Cu) на интенсивность фотосинтеза.

### **Вопросы к семинару №5 Тема: Особенности фотосинтеза растений субарктического и умеренного поясов**

1. Факторы формирующие климат.
2. Сущность понятий климат и погода.
3. Климатические пояса, постоянные и переходные, различие между ними.
4. Арктический (антарктический) пояс, географическое положение. Особенности климатических факторов (света, температуры). Почему этот пояс лишен наземных растительных организмов.

5. Субарктический и субантарктический климатические пояса, географическое положение, особенности климата.
6. Особенности фотосинтеза и характер приспособлений растений к условиям субарктического пояса.
7. Умеренный климатический пояс. Географическое положение и особенности климата, смена годовых сезонов.
8. Особенности фотосинтеза растений. Характер хода кривой фотосинтеза и её причины у разных древесных растений умеренной зоны
9. Основные особенности фотосинтеза сообщества хвойных пород.
10. Основные особенности фотосинтеза лиственных пород

#### **Вопросы к семинару №6.**

##### **Фотосинтез растений степей и жарких пустыней.**

1. Основная характеристика зоны степей. Географическое распространение. Современное состояние степей.
2. Климат степей. Континентальность степного климата.
3. Растительность степных сообществ, видовой состав
4. Современное представление о безлесье степей. Индекс сухости и его значение
5. Преимущество приспособлений у травянистых растений по сравнению с деревьями и кустарниками к степному климату.
6. Чем обеспечена наивысшая интенсивность фотосинтеза травостоя по Тарчевскому? Роль ИЛП (индекса листовой поверхности)
7. Новый путь фотосинтеза у злаков тропического происхождения (характер усвоения  $\text{CO}_2$ , как приспособление к засухе.  $\text{C}_4$ -путь фотосинтеза (смотри раздел в конце лекции).
8. Основные особенности хода химических реакций фотосинтеза у  $\text{C}_3$  цикла Кальвина, как основы фотосинтеза всех растений.
9. Основные особенности хода химических реакций фотосинтеза  $\text{C}_4$  растений. В чем суть двойного карбоксилирования (усвоение  $\text{CO}_2$ )
10. Как и когда возник новый путь фотосинтеза  $\text{C}_4$ -пути и причины. Преимущества растений  $\text{C}_4$ -пути.
11. Климатические особенности жарких пустыней. Географическое распространение.
12. Фотосинтез пустынных травянистых и деревянистых не суккулентных растений. Особенности суточного хода фотосинтеза.
13. Фотосинтез эфемеров и эфемероидов, длительно вегетирующих растений. Продуктивность фотосинтеза у растений двух групп пустынных растений.
14. Эволюция фотосинтеза у кактусов и суккулентов (толстянки) по пути  $\text{C}_4$ . Каковы особенности их фотосинтеза и их отличие в усвоении  $\text{CO}_2$  от  $\text{C}_3$ -пути и  $\text{C}_4$ -пути тропических растений.
15. Эколого-географическая и климатическая характеристика зоны субтропиков. Особенности зимнего и летнего периодов. Температурный режим, количество и характер выпадения осадков по сезонам.
16. Растительные подзоны субтропиков. Материковые секторы субтропиков, характер увлажнения.
17. Особенности субтропических растений. Влияние температурных условий, увлажнения (осадки) на формирование растительных формаций и их характеристика. Растительность полусухих субтропиков, муссонных субтропиков, влажных и сухих субтропиков.
18. Российские субтропики, особенности климатического режима, растительные ландшафты
19. Фотосинтез растений субтропиков.

#### **Вопросы к семинару №7. Особенности растений и их фотосинтеза в тропическом и экваториальном поясах.**

1. Географическое распространение и природно-климатические условия Тропического пояса.
2. Географическое распространение и природно-климатические условия экваториального пояса.
3. Общая характеристика особенностей экосистем тропических лесов, богатство их флоры и фауны.
4. Ярусность тропического леса, его причины и основные растения, занимающие ярусы в лесу.
5. Явление цветного разнообразия листьев деревянистых и травянистых растений.
6. Явление каулифлории у растений тропического леса.
7. Эпифиты и эпифиллы тропических лесов, причины распространения и значение для самих этих растений, особенности роста и питания.
8. Суккуленты тропического леса
9. Особенности транспирации растений тропического пояса, имеющую связь с характером хода фотосинтеза.
10. Особенности фотосинтеза растений тропического и экваториального леса

**Примерные тестовые задания**  
**Тема 2. Экология фотосинтеза**  
**Вариант 1**

1. Во время какого этапа фотосинтеза происходит реакция фосфорилирования?  
 1) фотофизического      2) фотохимического      3) темновой фазе
2. Укажите, какие признаки характерны для C4-пути фотосинтеза (цикл Хэтча-Слэка-Карникова):  
 1) карбоксилирование происходит 2 раза в цикле,  
 2) продуктом карбоксилирования акцептора является четырехуглеродное соединение  
 3) в результате карбоксилирования образуется четыре соединения.
3. На каком этапе фотосинтеза образуется свободный кислород?  
 1) на фотофизическом этапе световой фазы,  
 2) на фотохимическом этапе световой фазы,  
 3) в темновой фазы.
4. Растение имеет компенсационную точку при следующих значениях интенсивности света (в лк). Какое из этих растений является наиболее светолюбивым?  
 1) 100   2) 50   3) 200
5. Какие продукты первичного восстановления после карбоксилирования образуются в фазах циклов усвоения CO<sub>2</sub>:  
 1. В цикле Кальвина      А. ФГА и ФДА  
 2. В цикле Хэтча-Слэка      Б. Малат   яблочная кислота)  
                                          В. ЦУК  
                                          Г. ФГК  
                                          Д. ФЭП
6. Какое приспособление, уменьшающее потерю воды через устьица, имеют растения с САМ – метаболизмом фотосинтеза  
 1. Высокая вязкость цитоплазмы  
 2. Мощно развитая кутикула  
 3. Изменение пути усвоения углекислого газа.  
 4. Закрывание устьиц в дневное время

7. Световой компенсационный пункт у теневыносливых высших растений наступает при ..... от полного света.

- 1) около 5%
- 2) около 1%
- 3) около 3%

8. Какое соединение является первичным продуктом карбоксилирования у  $C_4$ -растений.

1. Пировиноградная кислота.
2. Щавелевоуксусная кислота
3. Яблочная кислота
4. Фосфоэнолпировиноградная кислота.

9. При образовании АТФ в хлоропластах протон водорода перетекает с внутренней на внешнюю сторону мембраны тилакоида через:

1. фактор сопряжения
2. АТФ-азу
- 3) белковый транспортный коридор

10. Фотодыхание у растений с  $C_3$ -путем фотосинтеза обусловлено:

1. Присоединением  $O_2$  при его избытке на свету к РДФ вместо  $CO_2$  с образованием гликолевой кислоты, которая декарбоксилируется с выделением  $CO_2$ .
2. Избыток кислорода на свету способствует усилению процесса дыхания и расходованию продуктов фотосинтеза с выделением  $CO_2$ .
3. Свет усиливает активность ферментов распада углеводов с выделением  $CO_2$ .

11. На регенерацию 3-х молекул акцептора углекислого газа рибулёзо-1,5-дифосфата в цикле Кальвина используется ..... молекул ФГА (фосфоглицеринового альдегида)

- 1) 5
- 2) 10
- 3) 3

12. Для определения интенсивности фотосинтеза в суммарном уравнении не используются:

1. Кислород
2. Углекислый газ
3. Вода
4. Глюкоза

13. Темновая фаза фотосинтеза заключается в том, что

1. протекает только в темное время суток.
2. не нуждается в энергии солнечного света.
3. связана с реакциями, протекающими без энергии света.
4. превращение углекислого газа происходит в химических реакциях за счет энергии, запасенной в световой фазе.

14. Оптимальное насыщение ткани листа водой для оптимального фотосинтеза составляет

- 1) 50 – 70%
- 2) 100%
- 3) 80 – 85%
- 4) 90-95%

15. У каких растений не наблюдается световое насыщение?

1.  $C_3$  - путем фотосинтеза
2.  $C_4$  - путем фотосинтеза
3.  $C_3$  - путем фотосинтеза

16. Какое соединение является акцептором углекислого газа в цикле Кальвина?

1. 3-фосфоглицериновая кислота (3-ФГК)
2. Фосфоэнолпировиноградная кислота (ФЭПК)
3. Рибулёзо-1,5-дифосфат (РДФ)
4. Фосфоглицериновый альдегид (ФГА)

17. Определить правильную последовательность переноса возбужденного светом электрона хлорофилла в ЭТЦ нециклического фотофосфорилирования

1. Активированный электрон второй ПС выходит на синглетный уровень → феофитин → пластохинон → принятие 2-х протонов  $H^+$  → выброс протонов  $H^+$  на внутреннюю сторону мембраны тилакоида → перенос пластохиноном электрона на цитохром  $f$  с образованием АТФ → пластоцианид → хлорофилл Р-700 первой пигментной системы.

2. Активированный электрон второй ПС выходит на синглетный уровень → переходит на цитохром  $f$  с образованием АТФ → пластохинон → принятие 2-х протонов  $H^+$  → выброс протонов  $H^+$  на внутреннюю сторону мембраны тилакоида → перенос на пластоцианид → через феофитин → на хлорофилл Р-700 первой пигментной системы.

3. Активированный электрон второй пигментной системы выходит на синглетный уровень → феофитин → пластохинон → принятие 2-х протонов  $H^+$  → выброс протонов  $H^+$  на внутреннюю сторону мембраны тилакоида → через пластоцианид → цитохром  $f$  с образованием АТФ → переход на хлорофилл Р-700 первой пигментной системы.

18. У растений усвоение и превращение  $CO_2$  происходит у

- |                 |                                                  |
|-----------------|--------------------------------------------------|
| 1. $C_3$ – пути | А. Одновременно и в хлоропластах тех же клеток   |
| 2. $C_4$ – пути | Б. Одновременно, но в разных клетках             |
| 3. САМ – пути   | В. В разное время и в хлоропластах разных клеток |
|                 | Г. В разное время в хлоропластах тех же клеток   |

19. Фотодыхание у растений с  $C_4$ -путем фотосинтеза не обнаруживается потому что

1.  $CO_2$ , выделяемый при фотодыхании, включается в клетках мезофилла листа в ЦУК и малат и реассимилируется.

2. у них РДФ-карбоксилаза более защищена в мезофилле листа от контакта с кислородом, выделяемого при фотосинтезе.

3. у них РДФ-карбоксилаза менее активна, чем у  $C_3$ -растений.

20.  $C_4$ -путь фотосинтеза называют потому, что после карбоксилирования

1. образуются соединения с четырьмя углеродными атомами.

2. в превращении участвует 4 молекулы  $CO_2$

3. образуется четыре углеродистых соединения ФЭПК, ЦУК, ФГК, ФГА.

21. Сколько протонов водорода, поступившего в фактор сопряжения используется на синтез АТФ

1. 1
2. 3
3. 2

22. Биологический урожай это:

1. Масса органического вещества, образуемая растением в течение жизни.

2. Масса органического вещества, образуемая на  $1\text{ м}^2$  течение дня.

3. Масса органического вещества, образуемая растением при фотосинтезе за каждый день

23. Фотолиз воды происходит с выделением кислорода

1. В циклическом фотофосфорилировании

2. В нециклическом фотофосфорилировании.

3. С участием первой и второй пигментных систем.

24. Энергетические эквиваленты световой фазы фотосинтеза образуются в

1. В циклическом фотофосфорилировании      А. НАДФН

2. Нециклическом фотофосфорилировании      Б. ФАДН

В. АТФ  
Г. АТФ и НАДФ

25. Образование АТФ в процессе фотосинтеза объясняется теорией:

1. хемотротической
2. электрохимической
3. электропотенциометрической

## Вариант 2

1. К какому этапу световой фазы фотосинтеза относится транспорт электронов по электронно-транспортной цепи?

- 1) к фотохимическому
- 2) к фотофизическому

2. Какие из перечисленных признаков характерны для темновых реакций фотосинтеза?

- 1) для их осуществления требуется полное отсутствие света и наличие  $H_2O$ , НАДФ
- 2) протекают быстрее световых и сопровождаются выделением  $O_2$ , и поглощением  $CO_2$
- 3) для их протекания свет не обязателен, нужен  $CO_2$ , и энергия АТФ и восстановленный НАДФН

3. Какие факторы, исходя из общего уравнения фотосинтеза, должны влиять на скорость этого процесса

1. минеральное питание температура
2. водоснабжение, концентрация  $CO_2$  и интенсивность света
3. спектральный состав света, концентрация  $O_2$

4. Что служит источником энергии при синтезе АТФ в хлоропластах?

- 1) свет, 2) тепло, 3) органические соединения.

5. Укажите элементы минерального питания, нехватка которых вызывает торможение фотосинтеза:

- 1) K, P, Mn, Mg, N, Fe,
- 2) Co, Zn, B, S, Pb, Li,
- 3) Cu, I, Ba, Ca, Hg, Ag.

6. Фотолиз воды происходит с выделением кислорода

1. В циклическом фотофосфорилировании
2. В нециклическом фотофосфорилировании
3. С участием первой и второй пигментных систем.

7. Продолжительность протекания фаз фотосинтеза

1. Темновая фаза А. 0.001 сек
2. Световая фаза Б. 0.04 сек  
В. 0,000001 сек  
Г. 0.008 сек

8. Первичным устойчивым продуктом фазы карбоксилирования в цикле Кальвина является

1. 3-ФГК (3-фосфоглицериновая кислота)
2. 3-ФГА (3-фосфоглицериновый альдегид)
3. 3-ФДА (3-фосфодиоксиацетон)

4. 1,5-ФБФ (фруктозо-1,5-дифосфат)
9. Конечным продуктом темновой фазы фотосинтеза в цикле Кальвина является
1. АТФ и НАДФН<sub>2</sub>.
  2. Кислород и активный водород, необходимый для восстановления CO<sub>2</sub>.
  3. Крахмал.
10. C<sub>3</sub>-путь фотосинтеза назвали потому, что после карбоксилирования
1. Образуются соединения с тремя углеродными атомами (триозы)
  2. В процессе карбоксилирования усваивается три молекулы CO<sub>2</sub>
  3. Образуется три углеродных соединения ПВК, ФГК, и ФГА.
11. При образовании АТФ в хлоропластах протоны водорода перетекают с внутренней на внешнюю сторону мембраны тилакоида через:
1. Фактор сопряжения
  2. АТФ-азу
  3. Белковый транспортный коридор
12. Какое приспособление, уменьшающее потерю воды через устьища, имеют растения с САМ – метаболизмом фотосинтеза
1. Высокая вязкость цитоплазмы
  2. Мощно развитая кутикула
  3. Изменение пути усвоения углекислого газа.
  4. Закрывание устьиц в дневное время
13. Фотодыхание у растений с C<sub>3</sub>-путем фотосинтеза обусловлено:
1. Присоединением O<sub>2</sub> при его избытке на свету к РДФ вместо CO<sub>2</sub> с образованием гликолевой кислоты, которая декарбоксилируется с выделением CO<sub>2</sub>.
  2. Избыток кислорода на свету способствует усилению процесса дыхания и расходованию продуктов фотосинтеза с выделением CO<sub>2</sub>.
  3. Свет усиливает активность ферментов распада углеводов с выделением CO<sub>2</sub>.
14. Во время какого этапа фотосинтеза происходит реакция фотофосфорилирования?
- 1) фотофизического      2) фотохимического      3) темновой фазы
15. Соотношение хлорофилла «а» и «б» составляет у растений
- |                   |          |
|-------------------|----------|
| 1) светолюбивых   | А. 3:1   |
| 2) теневыносливых | Б. 1:1   |
|                   | В. 2,5:1 |
|                   | Г. 1:3   |
16. Температурный оптимум для фотосинтеза у растений:
- |                           |            |
|---------------------------|------------|
| 1. C <sub>3</sub> – видов | А. 25 -30  |
| 2. C <sub>4</sub> – видов | Б. 20 -25  |
| 4. САМ – видов            | В. 30 - 40 |
|                           | Г. 35 - 40 |
17. У каких растений не наблюдается световое насыщение?
1. C<sub>3</sub> - путем фотосинтеза
  2. САМ - путем фотосинтеза
  3. C<sub>4</sub> – путем фотосинтеза
18. Какое соединение является акцептором углекислого газа в цикле Кальвина?
1. 3-фосфоглицериновая кислота (3-ФГК)

2. Фосфоэнолпировиноградная кислота (ФЭПК)
3. Рибулезо-1,5-дифосфат (РДФ)
4. Фосfogлицериновый альдегид (ФГА)

19. *Определите правильную последовательность переноса возбужденного электрона в ЭТЦ циклического фотофосфорилирования*

1. Активация электрона хлорофилла светом и выход его на синглетный уровень → переход на акцептор Fe-S-белок → передача на ферридоксин (Фд) → поэтапно на цитохром  $b_6$  → цитохром  $f$  с образованием АТФ → пластоцианид → пигмент P-700 первой ПС.
2. Активация электрона хлорофилла светом и выход его на синглетный уровень → переход на ферридоксин → через Fe-S-белок на цитохром  $b_6$  с образованием АТФ → поэтапно на цитохром  $f$  → пластоцианид → пигмент P-700 первой ПС.
3. Активация электрона хлорофилла светом и выход его на синглетный уровень → переход на акцептор Fe-S-белок → перенос на ферридоксин → поэтапно на цитохром  $b_6$  → цитохром  $f$  с образованием АТФ → пластоцианид → пигмент P-682 второй ПС.

20. *Фотосинтетически активная радиация (ФАР) это:*

1. Лучи видимой части спектра, поглощаемые хлорофиллом, являющихся энергетической основой фотосинтеза.
2. Поток световой энергии солнечного спектра, поглощаемые листовой поверхностью.
3. Количество падающего солнечного света на поверхность листа и поглощаемая пигментами

21. *Световая фаза заключается:*

1. в фотохимическом окислении воды, активировании электрона и протона воды, и образовании АТФ и НАДФН
2. в улавливании кванта света хлорофиллом, преобразование энергии в АТФ, используемой на образование органического вещества
3. в фотоокислении воды с выделением кислорода, активирование электрона и протона водорода воды с запасанием энергии в АТФ и НАДФН

22. *Сколько протонов водорода поступает в фактор сопряжения на образование АТФ:*

1. 6
2. 3
3. 2

23. *Оптимальный индекс листовой поверхности составляет в посевах:*

- |                 |          |
|-----------------|----------|
| 1. Для пшеницы  | А. 5-7   |
| 2. Для баклажан | Б. 10-15 |
| 3. Для свеклы   | В. 3-5   |
|                 | Г. 6-8   |

24. *Чиста продуктивность фотосинтеза это:*

1. Количество граммов сухого вещества, образуемого при фотосинтезе за вычетом расхода сухого вещества на дыхание.
2. Количество граммов сухого вещества, образуемого при фотосинтезе в течение дня.
3. Количество граммов сухого вещества, образуемого при фотосинтезе за сутки.

25. *Интенсивность фотосинтеза это:*

1. Количество накопленного вещества мг/г, сырого веса,
2. или поглощение  $CO_2$ , или выделение  $O_2$  с единицы поверхности листа  $dm^2, m^2$  за час.

3. или поглощение  $\text{CO}_2$ , или выделение  $\text{O}_2$  с единицы поверхности листа  $\text{дм}^2, \text{м}^2$  за световой день.

### Вопросы к экзамену

1. Предмет экология фотосинтеза. Экологические факторы. Определение понятий экологические факторы, их классификация.

2. Фотосинтез – значение для растений и планетарное значение. История изучения фотосинтеза. Физико-химическая сущность фотосинтеза. Значение работ К.А. Тимирязева в изучении фотосинтеза.

3. Лист как орган фотосинтеза. Хлоропласты, структура, их состав и функции. Пигменты зеленого листа. Их химические и физические свойства.

4. Основные группы пигментов зеленого листа. Хлорофиллы. Химические и физические свойства хлорофиллов. Приспособительный характер спектров поглощения хлорофиллом для максимального использования ФАР.

5. Структурно-функциональные особенности растительной клетки. Основные органеллы, их функции, принципиальные отличия от клеток животных, грибов и бактерий.

6. Классификация структурных элементов растительной клетки, размеры растительных клеток, их уникальные особенности. Концентрации  $\text{K}^+$  и  $\text{Ca}^{2+}$  внутри клетки, величина пор клеточных стенок.

7. Определение фотосинтеза, общее выражение фотосинтеза. Цикл углерода в природе, роль в нем фотосинтеза.

8. Суммарное выражение хода фотосинтеза, доказательство роли воды в продукции кислорода.

9. Сущность процесса фотосинтеза, его эффективность. Приблизительные объемы прироста биомассы, годового образования сухого вещества и энергии, потребления углекислоты и основных минеральных элементов питания при фотосинтезе.

10. Зависимость фотосинтеза от содержания углекислого газа.

11. Роль электрического потенциала атмосферы и листьев растений в поглощении  $\text{CO}_2$ . Работы З.И. Журбицкого.

12. Влияние кислорода на фотосинтез. Особенности влияния кислорода на фотосинтез разных растений.

13. Оптимальные температуры для фотосинтеза разных растений. Вода в фотосинтезе. Роль воды в темновой фазе фотосинтеза.

14. Влияние элементов минерального питания (P, Mg, Fe, K, N, Mn, Ca, Cl, Cu) на интенсивность фотосинтеза.

15. Поглощение света при фотосинтезе, физиологически-активная радиация. Спектры поглощения хлорофилла и каротиноидов. Организация свето-собирающих комплексов фотосистем.

16. Организация фотосинтетического аппарата на уровне листа, мезофилла, клетки и мембраны тилакоидов. Особенности строения листа у  $\text{C}_4$ -растений.

17. Строение, роль и регуляция работы устьичного аппарата.

18. Общее определение и принцип функционирования пигментов. Понятие кванта. История открытия и исследования фотосинтетических пигментов.

19. Основные фотосинтетические пигменты, спектры поглощения, функции и химическая природа.

20. Строение хлорофилла, образование системы двойных связей и свободных  $\pi$ -электронов.

21. Порфирины, их строение и синтез, отличие хлорофилла от гемоглобина.

22. Строение, химические и физические свойства основных типов хлорофилла. Спектры поглощения фотосинтетических пигментов.

23. Связь между структурой и функцией в молекуле хлорофилла, особая роль ионов магния.

24. Типы хлорофиллов, их структурные отличия и спектры поглощения.

25. Строение изопрена и каротиноидов. Основные типы каротиноидов. Роль каротиноидов в фотосинтезе.
26. Структурные отличия каротинов и ксантофиллов. Их роль в процессе фотосинтеза. Относительная распространенность хлорофилла и каротиноидов.
27. Химическая природа и функции каротиноидов.
28. Химическая природа и функции фикобилинов.
29. Связывание пигментов в пигмент-белковых комплексах. Понятие и принцип строения фотосистемы.
30. Биосинтез хлорофилла, его локализация, название этапов и ключевых промежуточных продуктов.
31. Классическая и современная схемы реакций синтеза  $\delta$ -аминолевулиновой кислоты.
32. Химизм реакций синтеза хлорофилла из  $\delta$ -аминолевулиновой кислоты.
33. Основные стадии и промежуточные продукты реакций синтеза каротиноидов.
34. Общая характеристика четырех стадий фотосинтеза, их последовательность, основные процессы, продолжительность и физиологическая значимость.
35. Возбуждение пигментов и передача энергии. Понятие спина, его состояния. Возбужденные состояния электронов и основные переходы между ними при поглощении кванта света молекулой хлорофилла.
36. Дезактивация возбужденного состояния электрона. Физико-химическая природа фосфоресценции и флуоресценции. Фотохимическая работа.
37. Природа резонансного переноса электронного возбуждения. Определение и примерный состав фотосистем.
38. Схемы потоков электронов при фотосинтезе. Общие закономерности функционирования компонентов фотосистем и запасаения энергии.
39. Состав, пространственная организация и работа фотосистемы-II.
40. Состав, пространственная организация и работа фотосистемы-I.
41. Состав, пространственная организация и работа комплекса цитохромов b6f.
42. Общая схема транспорта электронов в фотосинтетической ЭТЦ растений. Структура и работа пластоцианинов.
43. Общая схема транспорта электронов по фотосистеме-I. Строение железо-серных белков.
44. Общая схема транспорта электронов по фотосистеме-I. Строение и особенности функционирования ферредоксин-НАДФ<sup>+</sup>-редуктазы.
45. Сравнение циклического и нециклического фотофосфорилирования.
46. Роль цикла Кальвина в процесс фотосинтеза, его суммарное выражение и упрощенная схема.
47. Химизм реакций цикла Кальвина.
48. Характеристика трех фаз цикла Кальвина, пути превращения фосfogлицеринового альдегида.
49. С2-цикл (фотодыхание), его роль в жизни растений, характеристика и локализация основных реакций.
50. С4-цикл (Хетча – Слэка – Карпилова), его роль в жизни растений, характеристика и локализация основных реакций.
51. История открытия и пространственная организация в клетках растений процессов С4-цикла.
52. Отличие малатного и аспартатного путей у С4-растений. Схема реакций малатного пути.
53. САМ-цикл, его роль в приспособлении к засушливым условиям существования. Сравнение САМ-цикла и С4-цикла.
54. Важнейшие продукты фотосинтеза, их химическая природа и физиологическая роль.

**Таблица 9 – Примеры оценочных средств с ключами правильных ответов**

| № п/п                                                                                               | Тип задания            | Формулировка задания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Правильный ответ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Время выполнения (в минутах) |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| <b>ОПК-5 – способностью применять знание принципов клеточной организации биологических объектов</b> |                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                              |
| 1.                                                                                                  | Задание закрытого типа | Какое приспособление, уменьшающее потерю воды через устьица, имеют растения с САМ – метаболизмом фотосинтеза<br>1. Высокая вязкость цитоплазмы<br>2. Мощно развитая кутикула<br>3. Изменение пути усвоения углекислого газа.<br>4. Закрывание устьиц в дневное время                                                                                                                                       | 4. Закрывание устьиц в дневное время                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 2                            |
| 2.                                                                                                  |                        | Какое соединение является первичным продуктом карбоксилирования у С4-растений.<br>1. Пировиноградная кислота.<br>2. Щавелевоуксусная кислота<br>3. Яблочная кислота<br>4. Фосфоэнолпировиноградная кислота.                                                                                                                                                                                                | 2. Щавелевоуксусная кислота                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 2                            |
| 3.                                                                                                  |                        | Фотодыхание у растений с С4-путем фотосинтеза не обнаруживается потому что<br>1. СО <sub>2</sub> , выделяемый при фотодыхании, включается в клетках мезофилла листа в ЦУК и малат и реассимилируется.<br>2. РДФ-карбоксилаза таких растений более защищена в мезофилле листа от контакта с кислородом, выделяемого при фотосинтезе.<br>3. РДФ-карбоксилаза таких растений менее активна, чем у С3-растений | 1. СО <sub>2</sub> , выделяемый при фотодыхании, включается в клетках мезофилла листа в ЦУК и малат и реассимилируется.                                                                                                                                                                                                                                         | 3                            |
| 4.                                                                                                  |                        | У каких растений не наблюдается световое насыщение?<br>1. С3 - путем фотосинтеза<br>2. САМ - путем фотосинтеза<br>3. С4 – путем фотосинтеза                                                                                                                                                                                                                                                                | 3. С4 – путем фотосинтеза                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 2                            |
| 5.                                                                                                  |                        | Какое соединение является акцептором углекислого газа в цикле Кальвина?<br>1. 3-фосфоглицериновая кислота (3-ФГК)<br>2. Фосфоэнолпировиноградная кислота (ФЭПК)<br>3. Рибулезо-1,5-дифосфат (РДФ)<br>4. Фосфоглицериновый альдегид (ФГА)                                                                                                                                                                   | 3. Рибулезо-1,5-дифосфат (РДФ)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 2                            |
| 6.                                                                                                  | Задание открытого типа | Что такое фотосинтетический коэффициент? От чего зависит его величина?                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Отношение объема выделенного кислорода к объему поглощенного углекислого газа называется фотосинтетическим коэффициентом. Величина фотосинтетического коэффициента зависит от условий освещения и минерального питания. Освещение растений синим светом и хорошее снабжение азотом увеличивают синтез белков, т.е. фотосинтетический коэффициент увеличивается. | 5                            |
| 7.                                                                                                  |                        | Что такое световое насыщение? Что                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Световое насыщение –                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 10                           |

| №<br>п/п | Тип задания | Формулировка задания         | Правильный<br>ответ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Время вы-<br>полнения<br>(в минутах) |
|----------|-------------|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
|          |             | такое компенсационная точка? | <p>уровень плато или такое насыщение светом, когда интенсивность фотосинтеза максимальна. С увеличением освещенности интенсивность фотосинтеза возрастает, пока не достигнет уровня насыщения. Насыщающая интенсивность света и уровень плато фотосинтеза у различных видов растений различна и определяется степенью их светолюбия, световыми условиями выращивания и др. Светолюбивые виды растений, (береза, лиственница, сосна), наиболее эффективно используют для фотосинтеза свет высокой интенсивности, а теневыносливые (ель, пихта, бук) - низкой.. Степень изменения фотосинтеза у одного и того же вида растения под влиянием световых условий выращивания определяется лабильностью фотосинтетического аппарата (анатомической структурой, содержанием хлорофилла, др.), что обуславливает возможность адаптации фотосинтетического аппарата к условиям освещения.</p> <p>В результате фотосинтеза поглощается двуокись углерода и выделяется кислород. Одновременно в процессе дыхания кислород используется, а CO<sub>2</sub>, наоборот, выделяется. Если постепенно увеличивать интенсивность света, начиная с нуля, то соответственно будет возрастать и скорость фотосинтеза. Со временем наступит такой момент, когда фотосинтез и дыхание будут точно уравнивать друг друга, так что видимый обмен кислорода и CO<sub>2</sub> прекратится. Такое состояние называется точкой компенсации или точнее световой точкой компенсации - интенсивность света, при которой сум-</p> |                                      |

| №<br>п/п | Тип задания | Формулировка задания                                                 | Правильный<br>ответ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Время вы-<br>полнения<br>(в минутах) |
|----------|-------------|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
|          |             |                                                                      | марный газообмен равен нулю.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                      |
| 8.       |             | Как проявляется зависимость интенсивности фотосинтеза от температуры | <p>Температура влияет на фотосинтез, регулируя активность ферментов и скорость диффузии углекислого газа. Поглощение и восстановление двуокиси углерода у всех растений с повышением температуры сначала увеличивается. При минимальных температурах медленно идет темновая фаза фотосинтеза, при максимальных — инактивируются ферменты.</p> <p>При высокой температуре фотосинтетический аппарат разрушается вследствие инактивации ферментов и повреждения мембран. При высокой температуре <math>\text{CO}_2</math> растворяется в воде хуже, поэтому с повышением температуры фотодыхание активируется.</p> <p>При повышении температуры на <math>10^\circ\text{C}</math> в пределах от 0 до <math>25\text{—}35^\circ\text{C}</math> в зависимости от вида растения интенсивность фотосинтеза увеличивается в 2—3 раза (правило Вант-Гоффа). При дальнейшем повышении температуры она снижается.</p> <p>Температура положительно влияет на фотосинтез лишь тогда, когда все другие факторы оптимальны.</p> | 10                                   |
| 9.       |             | Влияние воды на скорость темновой фазы фотосинтеза                   | <p>Небольшой водный дефицит (5—15%) в клетках листьев оказывает благоприятное влияние на интенсивность фотосинтеза. При полной насыщенности водой клеток листа фотосинтез снижается. Частично это может быть связано с тем, что при полном насыщении клеток мезофилла замыкающие устьичные клетки оказываются несколько сдавленными, устьичные щели не могут открыться (гидропассивные движения). Однако дело не только в этом. Небольшое обезвоживание</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 12                                   |

| №<br>п/п | Тип задания | Формулировка задания                                                    | Правильный<br>ответ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Время вы-<br>полнения<br>(в минутах) |
|----------|-------------|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
|          |             |                                                                         | <p>листьев сказывается благоприятно на процессе фотосинтеза и вне зависимости от степени открытия устьиц. Увеличение водного дефицита свыше 15—20% приводит к заметному снижению интенсивности фотосинтеза. Это связано в первую очередь с закрытием устьиц (гидроактивные движения), что резко уменьшает диффузию CO<sub>2</sub> в лист. Кроме того, это вызывает сокращение транспирации, как следствие, температура листьев возрастает. Между тем повышение температуры выше 30°C вызывает снижение фотосинтеза. Наконец обезвоживание оказывает влияние на конформацию, следовательно, и активность ферментов, принимающих участие в темновой фазе фотосинтеза.</p>                                                                                                                                   |                                      |
| 10.      |             | Влияние на фотосинтез дефицита отдельных элементов минерального питания | <p>Элементы минерального питания влияют на фотосинтез по-разному. Азот и магний входят в состав пигментов; фосфор — в состав АТФ; азот, фосфор, кальций, магний — в мембраны хлоропластов. Азот, калий, железо, кобальт, медь, марганец, хлор, кальций регулируют активность ферментов; магний, азот, сера — структуру хлоропластов.</p> <p>Большая часть переносчиков электронов является металло-протеидами, содержащими железо (цитохромы, ферредоксин), медь (пластоцианин), марганец (комплекс, разлагающий воду). Дефицит этих элементов вызывает резкие изменения в скорости транспорта электронов, восстановления НАДО.</p> <p>Железо необходимо для синтеза хлорофилла; его дефицит нарушает транспорт электронов.</p> <p>При дефиците азота хлоропласта в 1,5—2 раза мельче, листья мелкие,</p> | 12                                   |

| №<br>п/п                                                                                                                                                                                                                                         | Тип задания            | Формулировка задания                                                                                                                                                                                                                                                       | Правильный<br>ответ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Время вы-<br>полнения<br>(в минутах) |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                  |                        |                                                                                                                                                                                                                                                                            | <p>устьица менее подвижны. При недостатке магния разрушаются тилакоиды стромы и гран, мало образуется хлорофилла. В результате растения не могут поглощать сильный свет, и светолюбивые растения ведут себя как теневыносливые. Одновременный недостаток азота и железа вызывает хлороз — молодые листья бледно-желтые, поглощение углекислого газа снижается в три раза.</p> <p>Серный дефицит нарушает образование тилакоидов стромы. При недостатке магния разрушаются тилакоиды стромы и гран; а при недостатке азота и серы граны содержат много тилакоидов, а в строме их, наоборот, мало.</p> <p>Фосфор необходим для процессов фотофосфорилирования, следовательно, он влияет на ход световой и темновой фаз фотосинтеза. В условиях длительного фосфорного дефицита снижается синтез крахмала и увеличивается синтез органических кислот и аминокислот, уменьшается активность РубисКО и увеличивается активность ФЕП-карбоксилазы.</p> <p>При дефиците калия разрушаются граны хлоропластов, устьица плохо открываются и закрываются, нарушается водный режим.</p> |                                      |
| <b>ОПК-10 – способностью применять базовые представления об основах общей, системной и прикладной экологии, принципы оптимального природопользования и охраны природы, мониторинга, оценки состояния природной среды и охраны живой природы.</b> |                        |                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                      |
| 11.                                                                                                                                                                                                                                              | Задание закрытого типа | Какие факторы, исходя из общего уравнения фотосинтеза, должны влиять на скорость этого процесса<br>1. минеральное питание температура<br>2. водоснабжение, концентрация CO <sub>2</sub> и интенсивность света<br>3. спектральный состав света, концентрация O <sub>2</sub> | 2. водоснабжение, концентрация CO <sub>2</sub> и интенсивность света                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 2                                    |
| 12.                                                                                                                                                                                                                                              |                        | Фотодыхание у растений с C <sub>3</sub> -путем фотосинтеза обусловлено:<br>1.Присоединением O <sub>2</sub> при его избытке на свету к РДФ вместо CO <sub>2</sub> с образованием гликолевой кислоты, которая                                                                | 1.Присоединением O <sub>2</sub> при его избытке на свету к РДФ вместо CO <sub>2</sub> с образованием гликолевой кислоты, которая декарбокси-                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 2                                    |

| № п/п | Тип задания            | Формулировка задания                                                                                                                                                                                                                                                                              | Правильный ответ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Время выполнения (в минутах) |
|-------|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
|       |                        | <p>декарбоксилируется с выделением CO<sub>2</sub>.</p> <p>2. Избыток кислорода на свету способствует усилению процесса дыхания и расходованию продуктов фотосинтеза с выделением CO<sub>2</sub>.</p> <p>3. Свет усиливает активность ферментов распада углеводов с выделением CO<sub>2</sub>.</p> | лируется с выделением CO <sub>2</sub> .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                              |
| 13.   |                        | <p>У каких растений не наблюдается световое насыщение?</p> <p>1. C3 - путем фотосинтеза</p> <p>2. САМ - путем фотосинтеза</p> <p>3. C4 – путем фотосинтеза</p>                                                                                                                                    | 3. C4 – путем фотосинтеза                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 2                            |
| 14.   |                        | <p>Световой компенсационный пункт у теневыносливых высших растений наступает при ..... от полного света.</p> <p>1) около 5%</p> <p>2) около 1%</p> <p>3) около 3%</p>                                                                                                                             | 2) около 1%                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 2                            |
| 15.   |                        | <p>Оптимальное насыщение ткани листа водой для оптимального фотосинтеза составляет</p> <p>1) 50 – 70%</p> <p>2) 100%</p> <p>3) 80 – 85%</p> <p>4) 90-95%</p>                                                                                                                                      | 3) 80 – 85%                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 2                            |
| 16.   | Задание открытого типа | Каков физиологический (адаптационный) смысл красной окраски глубоководных морских водорослей?                                                                                                                                                                                                     | Толща воды поглощает световую энергию. Первыми на глубине 34 м гасятся длинноволновые красные лучи, затем на глубине 117 м исчезают желтые. На большую глубину проникают зеленые лучи. В связи с изменением качественного состава света в верхних слоях морей и океанов обитают зеленые водоросли. Глубже – сине-зеленые и еще глубже – красные водоросли. У последних наряду с хлорофиллом а содержится пигмент фикоэритрин, поглощающий лучи с длиной волны 495-565 нм. Фикоэритрин поглощает световую энергию в виде желтых и зеленых лучей и передает ее хлорофиллу а, который использует энергию в процессе фотосинтеза. Таким образом, красная окраска водорослей и наличие в ней пигмента фикоэритрина – это приспособление, возникшее в ходе эволюции, имеющее важную роль в улавливании световой энергии. | 10                           |

| №<br>п/п | Тип задания | Формулировка задания                                                                                                                                                               | Правильный<br>ответ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Время вы-<br>полнения<br>(в минутах) |
|----------|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
|          |             |                                                                                                                                                                                    | вой энергии на больших глубинах.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                      |
| 17.      |             | Накопленная за вегетационный период масса растения составляет ____ урожай.                                                                                                         | Ведущая роль фотосинтеза в формировании урожая определяется прежде всего тем, что 95% массы сухого вещества урожая – это органические вещества, создаваемые в процессе фотосинтеза. Усвоение элементов минерального питания, составляющих 5% сухой массы, также возможно только при наличии энергии, первоисточником которой является фотосинтез. Однако прямой пропорциональной зависимости между урожаем и фотосинтезом нет. В течение вегетации растения расходуют примерно 30–40% продуктов фотосинтеза на дыхание. Разница между ними составляет <i>биологический</i> урожай, только часть которого представляет хозяйственно полезный урожай. | 8                                    |
| 18.      |             | Установите последовательность процессов преобразования энергии при окислении согласно хемиосмотической теории Митчелла.<br>1. Сукцинат<br>2. НАД·Н<br>3. $\Delta\mu H^+$<br>4. АТФ | 1. НАД·Н<br>2. $\Delta\mu H^+$<br>3. Сукцинат<br>4. АТФ<br><b>Пояснение:</b> Окислительные процессы в цикле Кребса сопровождаются восстановлением коферментов (НАД, ФАД), которые поступают в цепь транспорта электронов на кристы митохондрий. Движение электронов по дыхательной цепи вызывает перекачивание протонов через внутреннюю мембрану из матрикса митохондрий в межмембранное пространство. В результате возникает электрохимический протонный градиент ( $\Delta\mu H^+$ ). Протоны могут вернуться только через каналы протонной проводимости, в которые вмонтированы АТФ-синтетазы.                                                  | 8                                    |
| 19.      |             | Чем объяснить, что утром клеточный сок кактусов, агавы и других суккулентных растений очень кислый, а во второй половине дня кислотность исче-                                     | Устьица суккулентов ночью открыты и поглощают углекислый газ, который при взаимодействии с                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 10                                   |

| №<br>п/п | Тип задания | Формулировка задания                                           | Правильный<br>ответ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Время вы-<br>полнения<br>(в минутах) |
|----------|-------------|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
|          |             | зает или значительно уменьшается?                              | <p>фосфоэнолпируватом образует щавелевоуксусную кислоту (оксалоацетат). Последняя восстанавливается до яблочной кислоты и накапливается в вакуолях клеток листа. Это приводит к закислению клеточного (вакуолярного) сока в ночное время. Кислотность его достигает pH 1-3. Утром яблочная кислота транспортируется из вакуолей в цитоплазму и там декарбоксилируется с образованием углекислого газа и пирувата.</p> <p>Углекислый газ включается в фотосинтез (цикл Кальвина). Таким образом, в дневное время происходит расходование органических кислот, накопленных в ночное время, в результате чего кислотность клеток и листьев снижается.</p>                                                                                                                                                                                                                |                                      |
| 20.      |             | Отличие световых кривых светолюбивых и теневыносливых растений | <p>Световые кривые светолюбивых и теневыносливых растений различаются. Например, у светолюбивых древесных растений поглощение CO<sub>2</sub> будет увеличиваться до тех пор, пока интенсивность света не станет равной (100—200) 10<sup>3</sup> эрг/см<sup>2</sup>-с (рис. 4.26). У теневыносливого растения кислородное поглощение углекислого газа увеличивается лишь при малой интенсивности света (1/10 полного солнечного света), а затем увеличение освещенности не только не вызывает ускорения фотосинтеза, но даже может его тормозить. У растений, растущих в тени, интенсивность фотосинтеза может составлять 1/3 интенсивности фотосинтеза растений хорошо освещенных мест. Уменьшение интенсивности фотосинтеза в периоды большой облачности является причиной торможения роста растений. У теневыносливых растений максимум фотосинтеза достигается</p> | 10                                   |

| № п/п | Тип задания | Формулировка задания | Правильный ответ                                                                                    | Время выполнения (в минутах) |
|-------|-------------|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
|       |             |                      | при половине полного солнечного освещения, а у светолюбивых — почти при полном солнечном освещении. |                              |

#### 7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности.

Оценка результатов обучения студента выполняется в соответствии с «Положением об балльно-рейтинговой системе оценки учебных достижений студентов», утвержденным решением Ученого совета ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет» от 30 декабря 2013 г.

**Таблица 10 – Технологическая карта рейтинговых баллов по дисциплине (модулю)**

| № п/п                                              | Контролируемые мероприятия                | Количество мероприятий/баллы | Максимальное количество баллов | Срок предоставления |
|----------------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------|--------------------------------|---------------------|
| <b>Основной блок</b>                               |                                           |                              |                                |                     |
| 1                                                  | Выступления на семинарских занятиях:      |                              |                                | По расписанию       |
| 1.1                                                | Полный ответ на вопрос                    | 7/6                          | 42                             |                     |
| 1.2                                                | Дополнение                                | 7/1                          | 7                              |                     |
| Количество баллов к рубежному контролю (8 неделя)  |                                           |                              | минимальное - 40               |                     |
| 3                                                  | Контр. работа(тест)                       | 1/6                          | 6                              | По расписанию       |
| 4.1                                                | Выполнение домашнего задания              | 7/5                          | 35                             |                     |
| Количество баллов к рубежному контролю (14 неделя) |                                           |                              | минимальное -40                |                     |
| <b>Промежуточный контроль</b>                      |                                           |                              | <b>90</b>                      |                     |
| 5                                                  | <b>Блок бонусов:</b>                      |                              |                                |                     |
| 5.1                                                | Отсутствие пропусков практических занятий | +2                           | 10                             | По расписанию       |
| 5.2                                                | Активность студентов на занятиях          | +3                           |                                |                     |
| 5.3                                                | Подготовка презентации к сообщению        | +2                           |                                |                     |
| <b>Итого</b>                                       |                                           |                              | <b>100</b>                     |                     |

**Таблица 11 – Система штрафов (для одного занятия)**

|                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------|----|
| Опоздание (2 и более)                                     | -2 |
| Не готов к семинару                                       | -3 |
| Нарушение учебной дисциплины                              | -2 |
| Пропуски лекций без уважительных причин (за 1 лекцию)     | -2 |
| Пропуски семинаров без уважительных причин (за 1 занятие) | -2 |

## 8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 8.1 основная литература:

1. Полевой, В.В. Физиология растений : учеб. для вузов. - М. : Высш. шк., 1989. - 464 с. : илл. - 1-70.
2. Якушкина, Н.И. Физиология растений : учеб. пособ. для студ. биолог. спец. пед. ин-тов . - 2-е изд. ; перераб. - М. : Просвещение, 1993. - 335 с. : илл. - 450-00.
3. Кузнецов, В.В. Физиология растений : доп. М-вом образования и науки РФ в качестве учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлениям подгот. бакалавров и магистров "Агрохимия и агропочвоведение", "Агрономия" и направлениям подгот. дипломир.

специалистов "Агрохимия и агропочвоведение", "Агрономия". - 2-е изд. ; перераб. и доп. - М. : Высш. шк., 2006. - 742 с. : ил. - (Лауреат конкурса АСКИ "Лучшие книги 2006 года"). - ISBN 5-06-005703-8: 418-60 : 418-60.

4. Якушкина, Н.И. Физиология растений : доп. УМО по специальностям пед. образования М-ва образования и науки РФ в качестве учеб. для студентов вузов, ... по специальности 032400 "Биология" . - М. : ВЛАДОС, 2005. - 464 с. : рис., табл. - (Учеб. для вузов ). - ISBN 5-691-01353-X: 150-00, 112-07 : 150-00, 112-07.

5. Шабельская, Э.Ф. Физиология растений: Учеб. пособ. для пед. ин-тов. - Минск : Выш. школа, 1987. - 320 с. : илл. - 1-00.

## **8.2 дополнительная литература:**

1. Рогожин В.В., Практикум по физиологии и биохимии растений[Электронный ресурс]: учеб. пособие / В.В. Рогожин, Т.В. Рогожина - СПб. : ГИОРД, 2013. - 352 с. - ISBN 978-5-98879-151-5 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785988791515.html>

2. Кузнецов В.В., Физиология растений [Электронный ресурс] : Учебник / Вл.В. Кузнецов, Г.А. Дмитриева. - М. : Абрис, 2012. - 783 с. - ISBN 978-5-4372-0046-9 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785437200469.html>

## **8.3 Интернет-ресурсы, необходимые для освоения дисциплины (модуля)**

1. Единое окно доступа к образовательным ресурсам <http://window.edu.ru>
2. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации <https://minobrnauki.gov.ru>
3. Министерство просвещения Российской Федерации <https://edu.gov.ru>
4. Федеральное агентство по делам молодежи (Росмолодёжь) <https://fadm.gov.ru>
5. Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки (Рособрнадзор) <http://obrnadzor.gov.ru>
6. Сайт государственной программы Российской Федерации «Доступная среда» <http://zhit-vmeste.ru>
7. Российское движение школьников <https://пдш.рф>

## **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Предусмотрена демонстрация наглядного иллюстративного материала по разделам (таблицы, графики, рисунки, чертежи, фотографии, научно-познавательные документальные фильмы и др.), использование обучающих, контролирующих компьютерных программ, диафильмов, кино- и телефильмов, мультимедиа и др. При освоении учебной дисциплины рекомендуются: класс с компьютером, проектором, программное обеспечение для просмотра фото и видео материалов, демонстрационный материал, учебные практикумы и пособия.

Рабочая программа дисциплины (модуля) при необходимости может быть адаптирована для обучения (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий) лиц с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов. Для этого требуется заявление обучающихся, являющихся лицами с ограниченными возможностями здоровья, инвалидами, или их законных представителей и рекомендации психолого-медико-педагогической комиссии. Для инвалидов содержание рабочей программы дисциплины (модуля) может определяться также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).