

Минобрнауки России
Федеральное государственное
бюджетное учреждение науки
Федеральный исследовательский центр
«Карельский научный центр
Российской академии наук»
(КарНЦ РАН)

УТВЕРЖДАЮ

Врио председателя КарНЦ РАН
член-корр. РАН

_____ О.Н. Бахмет

« ____ » _____ 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Фотосинтез. Методы исследования фотосинтеза»

Основной образовательной программы высшего образования –
программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре
по направлению подготовки
06.06.01 Биологические науки,
профиль: **Физиология и биохимия растений**

Принята Ученым советом КарНЦ РАН от 25 мая 2018 г. протокол № 07 .

Пояснительная записка

Рабочая программа дисциплины **«Фотосинтез. Методы исследования фотосинтеза»** составлена на основании следующих документов:

– Федеральный закон РФ от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;

– Приказ Минобрнауки России от 19.11.2013 г. № 1259 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)»;

– Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 30.07.2014 № 871 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 06.06.01 Биологические науки (уровень подготовки кадров высшей квалификации)» (в ред. Приказа Минобрнауки России от 30.04.2015 № 464);

– Положение о разработке и утверждении основных образовательных программ высшего образования – программ подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (программ аспирантуры) и индивидуальных учебных планов обучающихся (принято Ученым советом КарНЦ РАН 27.06.2018, протокол № 8).

Составители программы:

Титов Александр Фёдорович – член-корр РАН, доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории экологической физиологии растений ИБ КарНЦ РАН;

Таланова Вера Викторовна – доктор биологических наук, главный научный сотрудник лаборатории экологической физиологии растений ИБ КарНЦ РАН;

Шибеева Татьяна Геннадиевна – кандидат биологических наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории экологической физиологии растений ИБ КарНЦ РАН.

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – формирование современных представлений о механизмах процесса фотосинтеза во всех проявлениях от молекулярного до биосферного масштабов.

Задачей преподавания данной дисциплины является формирование у аспирантов представлений о роли фотосинтеза в биосфере Земли, его значении в экосистемах и для растения; ознакомление с теоретическими основами функционирования фотосинтетических систем от молекул до биосферы, механизмами фотофизических, фотохимических и биохимических процессов и их регуляции, сформировать представления о прикладном значении знаний о фотосинтезе.

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы

Элективная дисциплина – обязательная по выбору аспиранта (Б1.В.ДВ1.1), направленная на сдачу кандидатского экзамена по научной специальности 03.01.05 Физиология и биохимия растений.

Относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)» (вариативная часть) ООП.

Период освоения – 2 семестр.

3. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия

ЗНАТЬ: понятия, определения, термины (понятийный аппарат курса); факты, события, явления (фактологический материал курса), признаки, параметры, характеристики, свойства изучаемых в курсе объектов; принципы, основы, теории, законы, правила, используемые в курсе для изучения объектов курса; методы, средства, приемы, способы решения задач курса; оценки, границы, пределы, ошибки, ограничения изучаемых в курсе методов.

УМЕТЬ: оформлять, представлять, описывать, характеризовать данные, сведения, факты, результаты работы на языке символов, введенных и используемых в курсе; высказывать, формулировать, выдвигать гипотезы о причинах возникновения той или иной ситуации (состояния, события), о путях (тенденциях) ее развития и последствиях; планировать свою деятельность по изучению курса и решению задач курса; рассчитывать, определять, находить, решать, вычислять, оценивать, измерять признаки, параметры, характеристики, величины, состояния, используя известные методы, средства, решения, технологии, приемы, теории, закономерности; выбирать способы, методы, приемы, меры, средства, модели, законы, критерии для решения задач курса; контролировать, проверять, осуществлять самоконтроль до, в ходе и после выполнения работы.

ВЛАДЕТЬ: работать с компьютером как средством управления информацией; ставить цель и организовывать её достижение, уметь пояснить свою цель; использовать знания письменной и разговорной речи, в т.ч. на иностранных языках; организовывать планирование и анализ своей учебно-познавательной деятельности; классифицировать, систематизировать, дифференцировать факты, явления, объекты; описывать результаты, формулировать выводы; обобщать, интерпретировать полученные результаты по заданным или определенным критериям; отыскивать причины явлений, обозначать свое понимание или непонимание по отношению к изучаемой проблеме и др.

4. Перечень компетенций выпускника аспирантуры, на формирование которых направлено освоение дисциплины

ПК-1: Способность генерировать теоретические знания и осваивать современные методы фундаментальных и прикладных исследований в области физиологии и биохимии растений;

ПК-2: Способность генерировать теоретические знания и осваивать современные методы фундаментальных и прикладных исследований в области экологической физиологии растений;

ПК-3: Способность генерировать теоретические знания и осваивать современные методы фундаментальных и прикладных исследований в области изучения фотосинтеза растений;

ПК-7: Способность планировать, организовывать и осуществлять экспериментальную работу в области физиологии и биохимии растений;

5. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

ЗНАТЬ:

- фотофизические, фотохимические и биохимические процессы фотосинтеза;
- механизмы регулирования фотосинтеза эндогенными и экзогенными факторами;
- пути использования знаний о закономерностях фотосинтеза для разработки современных технологий производства продукции растениеводства и программирования урожая.

УМЕТЬ:

- ориентироваться в проблемах, связанных с исследованиями процессов фотосинтеза;
- использовать методы теоретического и экспериментального исследования для изучения различных аспектов фотосинтеза;
- использовать новейшие достижения в исследовании фотосинтеза для формулирования и решения практических задач.

ВЛАДЕТЬ:

- современными методами исследований фотосинтеза, навыками постановки и решения исследовательских задач.

6. Объем дисциплины и виды учебных занятий (в виде таблицы)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, что составляет 216 часов.

Вид учебной работы	Объем часов / зачетных единиц
Объем дисциплины (всего)	180 / 5 з.е.
Аудиторная учебная нагрузка (всего), в том числе:	72 / 2 з.е.
лекции	18
практические занятия	36
семинары	18
Самостоятельная работа аспиранта (всего)	108 / 3 з.е.
Вид итогового контроля по дисциплине	Зачет

7. Структура дисциплины по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов, видов учебных занятий, форм текущего контроля (приложение)

8. Содержание тем (разделов) дисциплины

Лекционные занятия

№	Тема занятия	Кол-во час.
1.	Фотосинтез как основа биоэнергетики. Значение фотосинтеза в трансформации вещества и энергии в природе. Физико-химическая сущность процесса фотосинтеза и его значение в энергетическом и пластическом обмене растения. Лист как специализированный орган фотосинтеза. Структурно-функциональная организация фотосинтетического аппарата. Основные показатели мезоструктуры листа.	2
2.	Пигменты хлоропластов. Элементы структуры молекулы хлорофилла, ответственные за функцию поглощения и преобразования энергии в процессе фотосинтеза. Механизм поглощения и испускания света молекулой; спектры поглощения. Электронно-возбужденные состояния хлорофиллов, пути их дезактивации. Преобразования электромагнитной энергии в редокс-энергию; обратимые окислительно-восстановительные превращения хлорофиллов. Хлорофилл-белковые комплексы; механизмы образования, значение связи пигментов с белком. Механизмы энергетического взаимодействия пигментов в комплексах. Роль каротиноидов в фотосинтезе. Антенная функция, возбужденные состояния каротиноидов, механизмы миграции энергии на хлорофилл. Механизм защитного действия каротиноидов. Функции каротиноидов в реакционном центре. Значение ксантофилловых циклов, фотопротекторная функция каротиноидов.	3
3	Первичные процессы фотосинтеза. Структурно-функциональная организация реакционных центров. Представление о фотосинтетической единице. Антенный комплекс, реакционный центр. Механизмы миграции энергии в хлоропластах. Современные модели структурной организации реакционных центров бактерий и высших растений. Механизм преобразования электромагнитной энергии в энергию разделенных зарядов в фотохимических центрах.	2
4	Электрон-транспортная цепь фотосинтеза. Представления о совместном функционировании двух фотосистем. Компоненты ЭТЦ и последовательность переноса электрона по цепи (Z-схема). Циклический, нециклический и псевдоциклический электронный транспорт. Пространственная организация ЭТЦ в тилакоидной мембране: основные функциональные комплексы ЭТЦ (ФС I, ФС II), их структура и функции. Строение и функции ФС II. Организация в тилакоидной мембране и функционирование реакционного центра ФС II. Система фотолиза воды и образования кислорода при фотосинтезе. Строение и функции ФС I. Образование трансмембранного протонного градиента в процессе электронного транспорта. Структура и функции цитохром b_6/f комплекса, Q - цикл. Регуляция потоков электронов при фотосинтезе. Фотосинтетический контроль. Локализация ЭТЦ	3

	комплексов в гранальных и стромальных мембранах тилакоидов. Системы регуляции циклического и нециклического электронного транспорта. Образование при фотосинтезе активных форм кислорода. Процессы фотоингибирования и фотодеструкции; защитные механизмы хлоропластов.	
5.	Фотоэнергетические реакции хлоропластов. Фотосинтетическое фосфорилирование. Основные типы, их физиологическое значение, механизмы регуляции. Механизмы энергетического сопряжения транспорта электронов и синтеза АТФ. Сопрягающие факторы фотофосфорилирования, их функции, структура, механизм действия. Механизм работы каталитических центров CF ₁ . Регуляция потоков электронов при фотосинтезе. Фотосинтетический контроль. Локализация комплексов ЭТЦ в гранальных и стромальных мембранах тилакоидов. Система регуляции циклического и нециклического электронного транспорта. Конечные продукты световой и темновой фазы фотосинтеза.	2
6.	Химизм процессов ассимиляции углерода в фотосинтезе. Использование продуктов световой стадии для ассимиляции углекислоты. Рубиско: содержание фермента, структура, функции, регуляция. Цикл Кальвина, основные ферменты и механизмы регуляции цикла. Фотодыхание. ФЭП- карбоксилаза, ее характеристика и локализация. Цикл Хэтча-Слэка-Карпилова, его функциональное значение. Организация процесса ассимиляции в клетках мезофилла и обкладки: особенности строения хлоропластов и реакций фотосинтеза. Обмен соединениями между мезофильными клетками и клетками обкладки. Характеристика групп C ₄ растений. Фотосинтез у САМ-растений: особенности организации процесса запасаения энергии и фиксации углекислоты во времени.	2
7.	Транспорт продуктов фотосинтеза из хлоропласта. Механизмы, контролирующие обмен метаболитами между хлоропластами и цитоплазматической фазой клетки. Превращения Сахаров в цитоплазме и цитозоле; запасные и транспортные формы Сахаров. Включение углерода в аминокислоты. Ассимиляция углекислоты в листе.	2
8.	Экология фотосинтеза. Действие внешних факторов (интенсивность и качество света, фотопериод, концентрация CO ₂ , O ₂ , температура и др.) на фотосинтез. Различие в кривых зависимости скорости ассимиляции от концентрации CO ₂ и O ₂ в газовой среде у С-3 и С-4 растений. Квантовый выход фотосинтеза. Транспорт CO ₂ к местам фиксации, роль карбоангидразы. Устьичная и клеточная проводимость для CO ₂ в зависимости от внешних факторов и возраста листа.	2
	Итого:	18

Практические занятия

№	Тема занятия	Кол-во час.
1.	Ознакомление с методами постановки экспериментов по изучению процессов фотосинтеза в камерах искусственного климата.	6
2.	Изучение содержания фотосинтетических пигментов (хлорофиллов, каротиноидов) спектрофотометрическим методом.	6
3.	Использование современных физиологических методов для	10

	исследования фотосинтеза а) анализ функциональной активности фотосинтетического аппарата по изменению флуоресценции хлорофилла; б) анализ интенсивности фотосинтеза по изменению поглощения углекислого газа растениями.	
4.	Использование изучения изменений устьичного аппарата листьев растений для исследования фотосинтеза: а) изучение изменений устьичной проводимости; в) изучение состояния устьичного аппарата цитологическим методом.	4
5.	Использования методов оценки устойчивости растений к действию низких и высоких температур для исследования их влияния на процессы фотосинтеза: а) оценка устойчивости клеток листьев к краткосрочному тестирующему промораживанию или прогреву; б) анализ проницаемости мембран клеток листьев по выходу электролитов кондуктометрическим методом.	4
6.	Использование методов ПЦР в исследовании фотосинтеза: изучение экспрессии генов, кодирующих белки хлоропласта, методом ПЦР в режиме реального времени.	6
	Итого:	36

Семинары

№	Тема занятия	Кол-во час.
1.	Структурная и биохимическая организация фотосинтетического аппарата.	4
2.	Мезоструктура фотосинтетического аппарата, особенности мезоструктуры растений разных экологических групп.	2
3.	Фотоэнергетические реакции хлоропластов.	2
4.	Метаболизм углерода при фотосинтезе. С ₃ - путь фотосинтеза (цикл Кальвина).	2
5.	Адаптивные типы метаболизма углерода при фотосинтезе: С ₄ - и САМ пути фотосинтеза .	2
6.	Сходство и различия фотосинтетического и дыхательного метаболизма.	2
7.	Влияние неблагоприятных факторов среды на процессы фотосинтеза.	2
8.	Эволюция фотосинтеза: эволюция пластид, пигментных систем, биоэнергетических систем, фотосинтетического метаболизма.	2
	Итого:	18

9. Методические материалы для текущего контроля

Вопросы контрольной работы по теме “Фотосинтез”

1. Как объяснить различную окраску спиртовой вытяжки из зеленого листа при рассмотрении ее в проходящем и отраженном свете?
2. Два одинаковых листа были выдержаны три дня в темноте, а затем были освещены в течение 2 ч: первый лист – красным, а второй – желтым светом одинаковой интенсивности. У какого листа будет более высокое содержание крахмала? Как это объяснить?
3. Растение было освещено сначала зеленым, а затем синим светом такой же интенсивности. В каких лучах будет наблюдаться более быстрое поглощение углекислоты листьями? Почему?

4. Что такое этиолированное и хлоротическое растение?
5. Как объяснить хлороз яблони, выросшей на почве с высоким содержанием извести?
6. Какие соединения, образующиеся в световых реакциях фотосинтеза используются при фиксации CO_2 ?
7. Почему C_4 -растения в засушливых условиях имеют преимущества перед C_3 -растениями?
8. Чем фотосинтез суккулентного растения отличается от фотосинтеза у C_3 - и C_4 -растений?
9. Что такое аттрагирующие центры? Как скорость оттока ассимилятов влияет на интенсивность фотосинтеза?
10. Компенсационная точка для липы равна 50 лк, а для дуба 200 лк. Какова причина этого различия?
11. При слабом освещении, составляющем 1% от полного солнечного, листья клена поглотили 0.54 мг CO_2 , листья дуба выделили 0.12 мг CO_2 за 1 ч на 1 г сырого веса, а у листьев ивы не наблюдалось ни поглощения, ни выделения CO_2 . Какие выводы можно сделать на основании приведенных результатов?
12. У многих растений нередко наблюдается выделение CO_2 листьями в полуденные часы летнего дня. Каковы причины этого явления?
13. В зонах с умеренным климатом концентрация CO_2 в атмосфере меняется на протяжении года циклическим образом: зимой она бывает примерно на 1.5% выше, чем летом. Объясните это явление.
14. Что такое ограничивающий фактор? Приведите примеры факторов, которые могут ограничивать фотосинтез древесных пород в естественных условиях?
15. Несмотря на то, что интенсивность фотосинтеза сосны примерно в 3 раза меньше, чем у березы (при одинаковых внешних условиях), урожай органической массы этих пород при расчете на 1 га почти одинаков. Как это объяснить?
16. Определение фотосинтеза методом листовых высечек проводилось с 8 до 12 ч. Взвешивание высушенных проб листьев дало следующие результаты: а) освещенные листья: 8 ч – 0.2203 г, 12 ч – 0.2603 г; б) затемненные листья: 8 ч – 0.2350 г, 12 ч – 0.2050 г. Площадь всех проб была одинаковой и составляла 100 см². Вычислить по приведенным данным интенсивность фотосинтеза (в г/м² ч).
17. Сколько органического вещества выработает растение за 15 минут, если известно, что интенсивность фотосинтеза составляет 20 мг (орг. вещ-ва)/дм² ч, а поверхность листьев равна 2,5 м².

10. Методические материалы для оценивания итоговых результатов обучения по дисциплине

Вопросы к зачету

1. Значение фотосинтеза в трансформации вещества и энергии в природе.
2. Физико-химическая сущность процесса фотосинтеза и его значение в энергетическом и пластическом обмене растения.
3. Лист как специализированный орган фотосинтеза. Структурно-функциональная организация фотосинтетического аппарата.
4. Биогенез хлоропластов.
5. Хлорофиллы. Структура молекулы хлорофилла. Поглощение, запасание и миграция энергии.
6. Фикобилинпротеины.
7. Каротиноиды, их антенная, защитная, фотопротекторная функция.
8. Пигмент-белковые комплексы. Фотосистема I. Фотосистема II.
9. Структурно-функциональная организация реакционных центров.
10. Преобразование энергии и окислительно-восстановительные процессы в реакционных центрах.

11. Компоненты электрон-транспортной цепи и последовательность переноса электронов по цепи (Z-схема).
12. Циклический и нециклический транспорт электронов.
13. Строение и функции ФС II. Фотолиз воды и выделение кислорода.
14. Строение и функции ФС I. Образование трансмембранного протонного градиента в процессе электронного транспорта.
15. Процессы фотоингибирования и фотодеструкции.
16. Циклическое, псевдоциклическое, нециклическое фотофосфорилирование.
17. Механизмы фотофосфорилирования.
18. Организация и работы фотосинтетической АТФ-синтетазы.
19. Квантовый выход и квантовый расход фотосинтеза.
20. C₃-путь фотосинтеза (цикл Кальвина), ферменты и механизмы регуляции цикла.
21. Фотодыхание. Гликолатный путь фотосинтеза.
22. C₄-путь фотосинтеза (цикл Хэтча-Слэка-Карпилова).
23. САМ-фотосинтез.
24. Механизмы обмена метаболитами между хлоропластами и цитоплазмой.
25. Превращения сахаров в цитоплазме; запасные и транспортные формы сахаров.
26. Включение углерода в аминокислоты.
27. Влияние на фотосинтез интенсивности и спектрального состава света.
28. Влияние на фотосинтез концентрации углекислого газа.
29. Влияние температуры на фотосинтез.
30. Влияние водного режима на фотосинтез.

11. Учебная литература

1) Перечень основной литературы

- Гавриленко В.Ф., Жигалова Т.В. Большой практикум по фотосинтезу. М.: Академия, 2003. 241 с.
- Кошкин Е.И. Физиология устойчивости сельскохозяйственных растений: учебник. М.: Дрофа. 2010. 638 с.
- Кузнецов Вл.В., Дмитриева Г.А. Физиология растений. Учебник для вузов. М.: Высшая школа. Изд. 2-е. 2006. 742 с.
- Лархер В. Экология растений. М.: Мир, 1978. 384 с.
- Мокронос А.Т., Гавриленко В.Ф., Жигалова Т.В. Фотосинтез. Физиолого-экологические и биохимические аспекты. М.: Академия, 2006. 446 с.
- Практикум по физиологии растений / Под ред. Н.Н. Третьякова. М.: Агропромиздат, 2003. 288 с.
- Табаленкова Г.Н., Головкин Т.К. Продукционный процесс культурных растений в условиях холодного климата. – СПб.: Наука, 2010. 231 с.
- Тарческой И.А. Сигнальные системы клеток растений. М.: Наука. 2002. 295 с.
- Усманов И.Ю., Рахманкулова З.Ф., Кулагин А.Ю. Экологическая физиология растений. М.: Логос. 2001. 224 с.
- Хит О. Фотосинтез (Физиологические аспекты). М.: Мир. 1972. 316 с.
- Эдвардс Дж., Уокер Д. Фотосинтез C₃- и C₄- растений: механизмы и регуляция. М.: Мир, 1986. 590 с.
- Larcher W. Physiological Plant Ecology: Ecophysiology and Stress Physiology of Functional Groups. Springer, 1995. 506 p.

2) Перечень дополнительной литературы

1. Березина Н.А., Афанасьева Н.Б. Экология растений: учебное пособие для студ. высш. учеб. заведений. М.: Издательский центр «Академия», 2009. 400 с.
2. Дроздов С.Н., Курец В.К. Некоторые аспекты экологической физиологии растений. Петрозаводск, изд-во ПетрГУ, 2003. 172 с.

3. Силаева А.М. Структура хлоропластов и факторы среды. Киев: Наукова думка, 1978. 204 с.
4. Титов А.Ф., Таланова В.В., Казнина Н.М., Лайдинен Г.Ф. Устойчивость растений к тяжелым металлам. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2007. 172 с.
5. Титов А.Ф., Таланова В.В., Казнина Н.М. Физиологические основы устойчивости растений к тяжелым металлам: учебное пособие. Петрозаводск: КарНЦ РАН. 2011. 77 с.
6. Удовенко Г.В., Гончарова Э.А. Влияние экстремальных условий на структуру урожая сельскохозяйственных растений. Л.: Гидроиздат. 1982. 144 с.
7. Хлорофил. Ред. Шлык А.А. Минск: Наука и техника, 1974. 416 с.
8. Хочачка П., Сомеро Дж. Стратегия биохимической адаптации. М.: Мир, 1977. 400 с.
9. Photomorphogenesis in Plants and Bacteria. Eds. E. Schafer, F. Nagy. Springer, 2006. 662 p.

12. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Электронный ресурсы научной библиотеки КарНЦ РАН

[режим доступа: <http://library.krc.karelia.ru/>]

Электронная научная библиотека eLIBRARY.RU

[режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>]

Электронная юбиблиотека ОБН РАН

[режим доступа: <http://www.sevin.ru/library/>]

Библиотека по естественным наукам РАН

[режим доступа: <http://www.benran.ru/>]

Электронная научная библиотека Wiley Online Library

[режим доступа: <http://onlinelibrary.wiley.com/>]

Электронная научная библиотека издательства Springer

[режим доступа: <http://www.springer.com/gp/>]

Электронная научная библиотека издательства Elsevier

[режим доступа: <http://www.elsevier.com/>]

Библиографическая и реферативная база данных Scopus

[режим доступа: <http://www.scopus.com/>]

Национальная библиотека Республики Карелия

[режим доступа: <http://library.karelia.ru/>]

Медико-биологический информационный портал и поисковая система Medline

[режим доступа: <http://www.medline.ru/medsearch/>]

13. Материально-техническое обеспечение

Камера ростовая для биологических испытаний Votsch 1014 с программным управлением (Votsch, Германия); камеры искусственного климата Polaris; анализатор выхода фотосинтеза Photosynthesis yield analyzer MINI-PAM (Walz, Германия); портативная система для измерения фотосинтеза Portable photosynthesis system HCM-1000; экспресс-анализатор хлорофилла SPAD 502 PLUS (Konica Minolta, Japan); система «Oxytherm» (Hansatech Instruments, Norfolk, Великобритания); световые микроскопы ЛОМО МИКМЕД 2-2 (Россия); бинокулярная лупа МБС-9 (Россия); спектрофотометр СФ-2000 с

программным управлением (ЗАО «ОКБ Спектр»); аналитические весы GR-200 (A&D, Япония).

14. Перечень лицензионного программного обеспечения

1. Microsoft Office Professional 2016 (лицензионный договор от 25.03.2017 № 241643).
2. Программа для работы с базами данных Access 2010 Russian Open License Pack NoLevel Academic Edition. Лицензионный договор от 10.11.2014 №235643
3. Программное обеспечение в комплекте с научным оборудованием.

15. Критерии оценивания для итогового контроля

Результаты зачета оцениваются на «зачтено», «незачтено» по следующим основаниям:

«Зачтено» ставится, если ответ построен логично, в соответствии с планом, показано знание универсальных, общепрофессиональных и профессиональных вопросов, терминов и понятий, установлены содержательные межпредметные связи, выдвигаемые положения обоснованы, приведены примеры, показан аналитический и комплексный подход к раскрытию материала, сделаны содержательные выводы, продемонстрировано знание основной и дополнительной литературы.

«Незачтено» ставится, если ответ построен не логично, план ответа соблюдается непоследовательно, отвечающий не раскрыты профессиональные знания и умения. Научное обоснование вопросов подменено рассуждениями дилетантского характера. Ответ содержит ряд серьезных неточностей и грубых ошибок. Не обнаружен аналитический и комплексный подход к раскрытию материала, сделанные выводы поверхностны или неверны, не продемонстрировано знание основной и дополнительной литературы.