

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – изучение физиолого-биохимических основ существования растений в изменяющихся условиях внешней среды, стратегий адаптации растений различных систематических групп к абиотическим и биотическим факторам, путей повышения устойчивости сельскохозяйственных растений.

Задачей преподавания данной дисциплины является формирование у студентов представлений о функционировании растительного организма в неблагоприятных условиях среды и стратегиях физиолого-биохимических адаптаций, а также привитие необходимых навыков эколого-физиологических исследований, постановки и проведения экспериментов.

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы

Обязательная для изучения дисциплина, направленная на сдачу кандидатского экзамена по научной специальности 1.5.21. Физиология и биохимия растений.

Относится к элективным дисциплинам образовательного компонента Основной образовательной программы высшего образования – программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 1.5.21. Физиология и биохимия растений.

Период освоения – 5-6 семестры.

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

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

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

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

Способность генерировать теоретические знания и осваивать современные методы фундаментальных и прикладных исследований в области изучения процесса роста и развития растений;

Готовность применять методы теоретических и экспериментальных исследований, а также сервисы поиска и ресурсы научной информации в области физиологии и биохимии растений в организации научно-исследовательской деятельности;

Способность осуществлять поиск научной информации по теме исследования в области физиологии и биохимии растений, критически анализировать ее и обобщать;

Способность планировать, организовывать и осуществлять экспериментальную работу в области физиологии и биохимии растений;

Готовность обобщать литературные сведения и результаты экспериментальной работы в области физиологии и биохимии растений в виде научных публикаций на государственном и иностранном языках;

Готовность представлять результаты научных исследований в области физиологии и биохимии растений в виде устных и стендовых докладов на конференциях на государственном и иностранном языках;

Способность представлять результаты научно-исследовательской работы в области физиологии и биохимии растений в виде научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук, подготовленной и оформленной по установленным требованиям.

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

ЗНАТЬ:

- эколого-физиологические механизмы устойчивости и адаптаций растений различных систематических групп к факторам внешней среды;
- общие принципы и особенности жизнедеятельности растений разных географических зон и занимающих разные экологические ниши;
- теоретическую и практическую значимость исследований экологической физиологии растений в решении задач практического земледелия, биотехнологии, охраны окружающей среды, технологий фиторемедиации и фитомелиорации.

УМЕТЬ:

- ориентироваться в проблемах, связанных с адаптацией растений к условиям внешней среды.
- использовать методы теоретического и экспериментального исследования для изучения различных аспектов экологической физиологии растений;
- использовать новейшие достижения в области экологической физиологии растений в реальных экологических ситуациях для формулирования и решения практических задач.

ВЛАДЕТЬ:

- современными методами эколого-физиологических исследований, 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)	216 / 6 з.е.
Аудиторная учебная нагрузка (всего), в том числе:	108 / 3 з.е.
лекции	36
практические занятия	54
семинары	18
Самостоятельная работа (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	Предмет и задачи экологической физиологии растений. Общие понятия и методы исследований. Цель и задачи экологической физиологии растений. Классификация экологических факторов среды. Абиотические факторы: климатические, эдафические, орографические, химические. Биотические факторы: аллелопатия, зоогенные, патогенные. Антропогенные факторы. Биологический оптимум. Экологическая пластичность организма. Стенобионты и эврибионты. Экотипы. Приспособление и среда. Гомеостаз. Адаптация. Устойчивость растений. Эколого-физиологические и физиолого-биохимические аспекты устойчивости. Общность ответных реакций у животных и растений как комплекс неспецифических изменений, происходящих в клетках. Специфичность защитно-приспособительных реакций клетки на изменения окружающей среды. Приспособление организмов и адаптивные защитно-приспособительные реакции. Исследование процесса адаптации в онтогенезе. Типы адаптации к внешним условиям. Клеточная сигнализация.	4

2	<p>Фотосинтез. Интенсивность фотосинтеза (наблюдаемый, истинный). Фотосинтетический коэффициент. Квантовый расход фотосинтеза. Зависимость интенсивности фотосинтеза от содержания O_2 и CO_2 в воздухе (углекислотная кривая фотосинтеза, углекислотная компенсационная точка). Влияние температуры, оводненности тканей и минерального питания.</p>	4
3	<p>Влияние света на процесс фотосинтеза. Интенсивность и спектральный состав света. Фотосинтетически активная радиация (ФАР). Световая кривая фотосинтеза. Световое насыщение. Световая компенсационная точка. Светолюбивые и теневыносливые растения. Влияние света на пигментный комплекс. Фотоингибирование. Механизмы адаптации к высокой освещенности. Роль ферментов антиоксидантной системы.</p>	4
4	<p>Водный обмен. Транспирация. Зависимость интенсивности транспирации от влажности воздуха, скорости ветра, температуры, влажности почвы. Показатели водного обмена (устычная проводимость, водный потенциал, водный дефицит), их изменение в течение суток и зависимость от абиотических факторов. Предрассветный и дневной водный потенциал. Взаимосвязь показателей водного обмена. Транспорт воды. Эмболия и ее последствия. Зависимость интенсивности фотосинтеза от оводненности тканей. Затопление и засуха. Физиологическая засуха. Структурно-морфологические и физиологические механизмы адаптации к засухе. Экологические группы растений по отношению к воде.</p>	6
5	<p>Минеральное питание. Влияние свойств почвы (кислотность почвы, влажность, концентрация ионов, аэрация, плотность, температура) на скорость поглощения элементов минерального питания. Роль элементов минерального питания в физиологических процессах. Взаимосвязь между свойствами почвы, развитием тонких корней и микоризы и поглощением биогенных элементов. Конкуренция. Применение удобрений и их влияние на рост растений.</p>	4
6	<p>Дыхание. Влияние внешних (температура, свет, газовый состав) и внутренних (оводненность тканей) факторов. Влияние кислорода (эффект Пастера). Влияние интенсивности дыхания на скорость роста. Дефицит кислорода в почве и дыхание корней. Взаимосвязь со скоростью фотосинтеза. Компенсационная точка.</p>	2
7	<p>Окислительный стресс. Активные формы кислорода (АФК). Характеристика АФК. Биологическое значение АФК. Окислительный стресс и запрограммированная смерть клетки. Устойчивость к АФК. Механизмы детоксикации АФК. Основные компоненты антиоксидантной системы. Ферменты-антиоксиданты. Низкомолекулярные антиоксиданты.</p>	4
8	<p>Адаптация к неблагоприятным факторам среды. Низкие положительные и отрицательные температуры. Холодоустойчивость, Морозоустойчивость. Высокие температуры и жароустойчивость. Газоустойчивость. Тяжелые металлы. Структурные, физиолого-биохимические и молекулярные механизмы адаптации. Устойчивость растений.</p>	6

9	Изменение климата. Увеличение температуры и CO ₂ . Изменения в количестве и распределении осадков. Экстремальные погодные явления (затопления, засухи, жара). Климатические сценарии. Влияние на скорость роста, биомассу, физиологические процессы (фотосинтез, дыхание, водный обмен). Смещение ареалов.	2
Итого		36

Практические занятия

№	Тема занятия	Кол-во час.
1	Ознакомление с методами постановки многофакторного планируемого эксперимента в камерах искусственного климата и полевых опытов. Особенности проведения экспериментов по изучению действия на растения различных абиотических и биотических факторов.	6
2	Использование современных методов исследования фотосинтеза для изучения реакции растений на действие разных абиотических факторов: а) анализ содержания фотосинтетических пигментов; б) анализ функциональной активности фотосинтетического аппарата по изменению флуоресценции хлорофилла; в) анализ показателей фотосинтеза по изменению поглощения углекислого газа растениями.	12
3	Исследование показателей водного обмена растений (транспирация, водный дефицит, водный потенциал, степень открытости устьиц) в разных экологических условиях.	12
4	Изучение распределения основных биогенных элементов (азот, углерод, фосфор, калий) в системе почва-растение. Оценка роли тонких корней и микоризы.	12
5	Анатомо-морфологические методы в экологической физиологии (анализ анатомической структуры листа и древесины; оценка удельной листовой поверхности (SLA); изменение в распределении биомассы).	12
Итого		54

Семинары

№	Тема занятия	Кол-во час.
1	Дневной ход фотосинтеза. Влияние совместного изменения факторов (освещенность, температура и влажность воздуха, оводненность тканей) на интенсивность фотосинтеза.	2
2	Влияние спектрального состава света на скорость фотосинтеза и дыхания. Практическое применение.	2
3	Адаптация к повышенной влажности воздуха: влияние на физиологические процессы, скорость роста.	2
4	Влияние внешних факторов на рост и развитие корневой системы: роль в минеральном питании и водном обмене.	2
5	Влияние удобрений на качество древесины и рост древесных пород (на примере видов бореальной зоны).	2

6	Влияние факторов среды на распределение биомассы по фракциям: влияние на продуктивность.	2
7	Продуктивность фитоценозов и факторы среды (ФАР, температура, влагообеспеченность, минеральное питание, продолжительность вегетационного периода).	2
8	Изменение факторов среды на вырубках (освещенность, водообеспеченность, конкуренция и др.): влияние на физиологические процессы, рост и развитие растений.	2
9	Общие механизмы устойчивости растений к действию неблагоприятных факторов среды разной природы	2
	Итого	18

9. Методические материалы для текущего контроля

Вопросы контрольной работы по экологической физиологии растений

1. Что такое адаптация?
2. Что такое устойчивость?
3. Как зависит интенсивность фотосинтеза от освещенности, температуры воздуха и концентрации CO_2 ?
4. Роль ферментов антиоксидантной системы при адаптации к высокой освещенности.
5. Какие существуют физиологические механизмы устойчивости к засухе?
6. Понятие физиологической засухи и ее причины.
7. Суточный ход транспирации: причины появления двухвершинных кривых.
8. Какие внешние факторы влияют на поглощение воды растениями.
9. Каким образом свойства почвы влияют на поглощение элементов минерального питания растениями?
10. Влияние абиотических факторов на интенсивность дыхания.

10. Методические материалы для оценивания итоговых результатов обучения по дисциплине

Вопросы к зачету

1. Понятия устойчивости, адаптации, гомеостаза.
2. Общность и специфичность реакций на действие стресс-факторов разной природы.
3. Влияние внешних (температура, концентрация CO_2 и O_2 , минеральное питание) и внутренних (оводненность тканей) факторов на интенсивность фотосинтеза.
4. Зависимость скорости фотосинтеза от интенсивности и спектрального состава света.
5. Механизмы адаптации к высокой освещенности.
6. Влияние абиотических факторов на показатели водного обмена (транспирацию, водный потенциал, оводненность тканей, устьичную проводимость).
7. Взаимосвязь между показателями водного обмена: транспирацией, водным потенциалом и водным дефицитом.
8. Атмосферная и почвенная засуха и ее влияние на водный обмен растений.
9. Влияние свойств почвы (кислотность почвы, влажность, концентрация ионов, аэрация, плотность, температура) на скорость поглощения элементов минерального питания.
10. Влияние абиотических факторов на скорость дыхания.
11. Влияние высокой концентрации CO_2 в воздухе на интенсивность фотосинтеза. Углекислотная кривая фотосинтеза.

12. Механизмы адаптации к повышенной влажности воздуха.
13. Перераспределение биомассы и роль тонких корней в минеральном питании и водном обмене в разных экологических условиях.
14. Под влиянием каких факторов происходит изменение удельной листовой поверхности (SLA)? Зависимость между SLA и фотосинтезом.
15. Влияние факторов среды на продуктивность фитоценозов.

11. Учебная литература

1) Перечень основной литературы

1. Гольцев В.Н., Каладжи М.Х., Кузманова М.А., Аллахвердиев С.И. Переменная и замедленная флуоресценция хлорофилла а – теоретические основы и практическое приложение в исследовании растений. М.–Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2014. 220 с.
2. Колупаев Ю.Е., Карпец Ю.В. Формирование адаптивных реакций растений на действие абиотических стрессоров. Киев: Основа. 2010. 352 с.
3. Кошкин Е.И. Физиология устойчивости сельскохозяйственных растений: учебник. М.: Дрофа. 2010. 638 с.
4. Кузнецов Вл.В., Дмитриева Г.А. Физиология растений. Т. 1. М.: Юрайт. 2016. 437 с.
5. Кузнецов Вл.В., Дмитриева Г.А. Физиология растений. Т. 2. М.: Юрайт. 2016. 459 с.
6. Уткин А.И., Ермолова Л.С., Уткина И.А. Площадь поверхности лесных растений. Сущность. Параметры. Использование. М.: Наука. 2008. 292 с.
7. Физиолого-биохимические методы исследования растений и лишайников: учебное электронное пособие для обучающихся по направлениям подготовки бакалавриата и магистратуры «Биология», «Экология и природопользование / Е.Ф. Марковская, Е.Н. Терехова, В.И. Андросова, Н.А. Галибина, К.М. Никерова, К.В. Морозова, Е.Н. Гуляева, Т.Г. Шибяева, Е.В. Новичонок. 2019.
8. Шарова Е.И. Антиоксиданты растений. Изд-во Санкт-Петербургского университета. 2016. 140 с.
9. Экологическая физиология растений: терминология: учебное пособие для студентов эколого-биологического и агротехнического факультетов [в 2 ч.] / Дроздов С.Н., Марковская Е.Ф., Тимейко Л.В., Холопцева Е.С. Петрозаводск: Издательство ПетрГУ, 2015. Ч. 1 – 88 с. Ч.2 – 88 с.
10. Maxwell K., Johnson G.N. Chlorophyll fluorescence – a practical guide // Journal of Experimental Botany. 2000. Vol. 51 (345). P. 659–668.
11. Oksanen E., Lihavainen J., Keinänen M. et al. Northern forest trees under increasing atmospheric humidity. In: Cánovas F., Lüttge U., Matyssek R., Pretzsch H. (eds). Progress in Botany. 2018. Vol. 80. Springer, Cham.
12. Poorter H., Niklas K.J., Reich P.B., Oleksyn J., Poot P., Mommer L. Biomass allocation to leaves, stems and roots: meta-analyses of interspecific variation and environmental control // New Phytologist. 2012. Vol. 193 (1). P. 30–50.

2) Перечень дополнительной литературы

1. Кайбияйнен Л.К. Экофизиология водного режима сосны и сосновых древостоев : автореферат дис... д-ра биол. наук : 03.00.16 - экология / Л. К. Кайбияйнен; АН СССР, Ин-т эволюц. морфологии и экологии животных им. А. Н. Северцева. - М., 1990. - 46 с. - Библиогр.: с. 43.
2. Кудоярова Г.Р., Холодова В.П., Веселов Д.С. Современное состояние проблемы водного баланса растений при дефиците воды // Физиология растений. 2013. Т. 60, № 2. С. 155–165.
3. Неронова Я.А. Последствие лесохозяйственных мероприятий на структуру годичного кольца древесины сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в

- долговременном аспекте: дис... канд. с.-х. наук: 06.03.02 - Лесоведение, лесоводство, лесоустройство и лесная таксация. — Петрозаводск, 2018. — 20 с. — Место защиты: Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет.
4. Пеккоев А.Н., Соколов А.И., Харитонов В.А. Качество древесины культур сосны при периодическом внесении азотных удобрений на песчаных почвах // Теоретические и прикладные аспекты лесного почвоведения: Сборник материалов VII Всероссийской научной конференции по лесному почвоведению с международным участием. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН. 2017. С. 405-408.
 5. Сазонова Т.А., Болондинский В.К., Придача В.Б. Влияние водного дефицита хвои сосны обыкновенной на фотосинтез в условиях достаточного почвенного увлажнения // Лесоведение. 2017. № 4. С. 311–318.
 6. Сазонова Т.А., Болондинский В.К., Придача В.Б. Эколого-физиологическая характеристика сосны обыкновенной. Петрозаводск: Verso. 2011. 207 с.
 7. Сазонова Т.А., Придача В.Б. Влияние почвенных условий среднетаежного сосняка лишайникового на рост и показатели минерального и водного режима сосны обыкновенной // Труды КарНЦ РАН. № 11. Сер. Экспериментальная биология. 2020. С. 113–123.
 8. Feng. Y.L., Fu G.L., Zheng Y.L. Specific leaf area relates to the differences in leaf construction cost, photosynthesis, nitrogen allocation, and use efficiencies between invasive and noninvasive alien congeners // *Planta*. 2008. Vol. 228. P. 383–390.
 9. Gong H., Gao J. Soil and climatic drivers of plant SLA (specific leaf area) // *Global Ecology and Conservation*. 2019. Vol. 20.
 10. IPCC Climate change: the physical science basis. In: Stocker T.F., Qin D., Plattner G.-K., Tignor M., Allen S.K., Boschung J., Nauels A., Xia Y., Bex V., Midgley P.M. (eds). Contribution of Working Group I to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. 2018. Cambridge University Press, Cambridge.
 11. Li Y., He N., Hou J. et al. Factors influencing leaf chlorophyll content in natural forests at the biome scale // *Front. Ecol. Evol.* 2018.
 12. Mohanta T.K., Bashir T., Hashem A., Abd_Allah E.F. System biology approach in plant abiotic stresses // *Plant Physiol. Biochem.* 2017. V. 121. P. 58–73.
 13. Murchie E.H., Lawson T. Chlorophyll fluorescence analysis: a guide to good practice and understanding some new applications // *Journal of Experimental Botany*. 2013. Vol. 64 (13). P. 3983–3998.
 14. Niinemets Ü., Ellsworth D.S., Lukjanova A., Tobias M. Site fertility and the morphological and photosynthetic acclimation of *Pinus sylvestris* needles to light // *Tree Physiology*. 2001. Vol. 21 (17). P. 1231–1244.
 15. Ostonen, I., Truu, M., Helmisaari, H-S. et al. Adaptive root foraging strategies along a boreal-temperate forest gradient. // *New Phytologist*, 2017. Vol. 215 (3). P. 977–991.
 16. Poorter H., Nagel O. The role of biomass allocation in the growth response of plants to different levels of light, CO₂, nutrients and water: a quantitative review // *Australian Journal of Plant Physiology*. 2000. Vol. 27 (12). P. 1191–1191.
 17. Poyatos R., Llorens P., Pinol J., Rubio C. Response of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) and pubescent oak (*Quercus pubescens* Willd.) to soil and atmospheric water deficits under Mediterranean mountain climate // *Ann. For. Sci.* 65 (2008) 306.
 18. Pregitzer K.S. Fine roots of trees—a new perspective // *New Phytol.* 2002. Vol. 154. P. 267–270.
 19. Pridacha V.B., Sazonova T.A., Novichonok E.V., Semin D.E., Tkachenko Yu.N., Pekкоев А.Н., Timofeeva V.V., Bakhmet O.N., Olchev A.V. Clear-cutting impacts nutrient, carbon and water exchange parameters in woody plants in an east Fennoscandian pine forest // *Plant and Soil*. Vol. 466. 2021. P. 317–336.

20. Sellin A. Does pre-dawn water potential reflect conditions of equilibrium in plant and soil water status? // Acta Oecologica. 1999. Vol. 20 (1). P. 51–59.
21. Stinziano J.R., Way D.A. Combined effects of rising [CO₂] and temperature on boreal forests: growth, physiology and limitations // Botany. 2014. Vol. 92 (6).
22. Sulmon C., Baaren J., Cabello-Hurtado F. et al. Abiotic stressors and stress responses: What commonalities appear between species across biological organization levels? Environmental Pollution. 2015. V. 202. P. 66–77.
23. Szymańska R., Ślesak I., Orzechowska A., Kruk J. Physiological and biochemical responses to high light and temperature stress in plants // Environ. Exp. Bot. 2017. Vol. 139. P. 165–177.
24. Takahashi S., Murata N. How do environmental stresses accelerate photoinhibition?. Trends Plant Sci. 2008. Vol. 13 (4), P. 178–182.

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

Оборудование лаборатории:

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).

Оборудование ЦКП для молекулярно-генетических исследований:

Центрифуга с охлаждением на 24 места Eppendorf Centrifuge 5415R (Eppendorf)

Система ПЦР в режиме реального времени, система анализа РНК IQ iCycler (Bio-Rad)

Амплификатор (термоциклер) МахуGene II Therm-1000 (Ахугене)

Система высокой очистки воды Simplicity с УФ лампой;

Микроцентрифуга-вортекс "Микроспин" FV-2400, 2800 об/мин, роторы R-1,5, R-0.5/0.2

Бокс абактериальной воздушной среды для работы с ДНК-пробами при проведении ПЦР-диагностики БАВ-ПЦР-"Ламинар-С."

14. Перечень лицензионного программного обеспечения

1. Access 2010 Russian Open License Pack NoLevel Academic Edition – программа для работы с базами данных;
2. Power Point 2007 – программа для создания презентаций.
3. Программное обеспечение в комплекте с научным оборудованием.
4. Пакет программного обеспечения для создания и поддержки генетических баз данных Fingerprinting II Informatix (Bio-Rad, США).

15. Критерии оценивания для итогового контроля

Результаты зачета оцениваются на «зачтено», «не зачтено» 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.

«Не зачтено» 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.