

Приложение № 5
К ОПОП ВО по направлению
подготовки 06.06.01 Биологические науки

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе
и инновационной деятельности


Д.В. Иванов
« 1 » 06 2016 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б.1.В.5. «Биотехнология (в том числе бионанотехнологии)»**

основной профессиональной образовательной программы высшего образования
по направлению подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре

Направление подготовки 06.06.01 Биологические науки
Квалификация выпускника Исследователь. Преподаватель-исследователь
Направленность образовательной программы (отрасль науки) Биотехнология (в том числе бионанотехнологии) (биологические науки)
Выпускающая кафедра Кафедра лесных культур, селекции и биотехнологии

Курс 4
Семестр 1

Распределение учебного времени

Трудоемкость по учебному плану	<u>216/6</u>	часов/зачетных единиц
Лекции	<u>4</u>	часов
Практические занятия	<u>10</u>	часов
Всего аудиторных занятий	<u>14</u>	часов
Самостоятельная (внеаудиторная) работа обучающихся (без учета экз.)	<u>166</u>	часов
Экзамен (1 з. ед. - 36 часов)	<u>7</u>	семестр
Зачет	<u> </u>	семестр
Зачет (зачет с оценкой)	<u> </u>	семестр

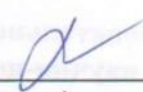
Йошкар-Ола
2016

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки **06.06.01 Биологические науки**, утвержденного приказом Минобрнауки РФ от 30 июля 2014 г. № 871; паспорта специальностей научных работников 03.01.06 «Биотехнология (в том числе бионанотехнологии)»; программой-минимум кандидатского экзамена по специальностям научных работников 03.01.06 «Биотехнология (в т.ч. бионанотехнологии)»; учебного плана подготовки обучающихся в ПГТУ по программе подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по указанной образовательной программе.

Рабочая программа утверждена научно-техническим советом университета,

Председатель НТС  д.ф.-м.н., доц. Д.В. Иванов

Рабочую программу составил:

Профессор кафедры ЛКСиБТ  д.т.н., профессор А.В. Канарский
(должность) (подпись) (ученая степень, звание, И.О.Ф.)

Рабочая программа одобрена

на заседании кафедры ЛКСиБТ
« 11 » 05 20 16 г. протокол № 19

Зав. кафедрой ЛКСиБТ  д.с.-х.н., доц. Д.И. Мухортов

Рабочая программа согласована с сектором подготовки научных кадров УНИД

начальник сектора подготовки
научных кадров УНИД

 к.э.н. Ю.А. Филенко

Эксперт(ы):

Зав. кафедрой Лесное хозяйство и деревообработки Санкт-Петербургского лесного института
(Ф.И.О., должность)
(филiaal) С ПБ ГАТУ, доктор с.-х. и наук, профессор Радченко В.В. 
(Ф.И.О., должность)

Раздел 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цель и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины Б.1.В.5. «Биотехнология (в том числе бионанотехнологии)» является достижение планируемых результатов обучения - знаний, умений, навыков и / или опыта деятельности, характеризующих формирование компетенций и обеспечивающих достижение планируемых результатов освоения ОП.

Дисциплина направлена на формирование у аспирантов целостные представления о современном состоянии и перспективах развития биотехнологии как научно-практического направления деятельности человека, основанного на использовании биологических объектов и живых систем разного уровня для решения задач в области промышленного производства, здравоохранения, сельского и лесного хозяйства, рационального природопользования и охране окружающей среды.

Задачей дисциплины является изучение истории развития биотехнологии и ее перспективах; биологических объектах и способах их улучшения; методов культивирования биологических объектов; методов выделения и исследования целевых продуктов; современных технологий микробиологического производства; возможностей и основные достижения в разных областях применения биотехнологий.

1.2. Требования к результатам освоения дисциплины

Цели и задачи дисциплины направлены на формирование следующих компетенций и достижение следующих результатов освоения образовательной программы:

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты освоения образовательной программы
Профессиональные компетенции	
ПК-2 способность самостоятельно ставить научные задачи в области биотехнологии и решать их с использованием современного оборудования и новейшего отечественного и зарубежного опыта	ЗНАТЬ: - современные подходы к разработке методологического аппарата исследования для решения новых научных задач в области биотехнологии - современное состояние отечественной и зарубежной науки в фундаментальных и прикладных областях биотехнологии УМЕТЬ: - использовать фундаментальные знания, а также знания о современных технологиях в области биотехнологии для решения новых научных задач - применять инновационные методы и технологии для решения новых научных задач в области биотехнологии - находить формы и способы решения профессиональных задач в области биотехнологии ВЛАДЕТЬ: - навыками формулирования текущих и конечных профессиональных целей и задач в области биотехнологии - навыками поиска и выбора методов исследования, обеспечивающих решение новых научных задач в области биотехнологии - навыками работы на современном оборудовании для проведения исследований в области биотехнологии
ПК-3 способность представлять и внедрять полученные результаты научных исследований в области биотехнологии	ЗНАТЬ: - современные способы использования информационно-коммуникационных технологий для представления полученных результатов научных исследований в области биотехнологии - нормативные документы, необходимые для представления полученных результатов научных исследований в области биотехнологии УМЕТЬ: - представлять полученные результаты научных исследований в виде отчетов и научных публикаций в рецензируемых российских и международных изданиях на высоком уровне и с учетом соблюдения авторских прав

	- использовать современные информационно-коммуникационные технологии при подготовке к представлению полученных результатов научных исследований в области биотехнологии - представлять результаты своих научных исследований в виде рекомендаций с использованием предметной терминологии - представлять результаты своего научного исследования в виде автореферата и диссертационной работы на соискание ученой степени кандидата наук ВЛАДЕТЬ: - навыками участия в научных дискуссиях - методами проведения патентных исследований, лицензирования и защиты авторских прав при создании инновационных продуктов в области биотехнологии - навыками практической реализации, апробации и внедрения результатов исследования в области биотехнологии
ПК-4 способностью использовать живые организмы, культуры клеток и биологические процессы в производстве с целью получения полезных продуктов для народного хозяйства, медицины и ветеринарии	ЗНАТЬ: - возможности использования живых организмов, культуры клеток и тканей, биологических процессов для решения практических задач УМЕТЬ: - выбирать биообъекты и биологические процессы для получения полезных продуктов - разрабатывать технологии получения полезных продуктов на основе использования живых организмов, культуры клеток и тканей, биологических процессов ВЛАДЕТЬ: - навыками выбора биообъектов и биологических процессов для получения полезных продуктов - навыками разработки технологий получения полезных продуктов на основе использования живых организмов, культуры клеток и тканей, биологических процессов

Раздел 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Биотехнология (в том числе бионанотехнологии)» относится к вариативной части образовательной программы (циклу Б.1.В.5) и является дисциплиной научной специальности для направления подготовки 06.06.01 Биологические науки с направленностью «Биотехнология (в том числе бионанотехнологии)». Дисциплина изучается на 4 курсе и необходима для формирования знаний и компетенций при завершении работы над кандидатской диссертацией. Основное содержание дисциплины включено в программу кандидатского экзамена по указанной специальности.

Для продолжения формирования заявленных компетенций необходимы знания предшествующих дисциплин (практик):

ПК-2: в дисциплинах (практиках) учебного плана: Б.1.В.3. Химия биологически активных соединений растений, Б.1.В.4. Современные методы в науках о живых системах, Б.3.1. Научно-исследовательская деятельность;

ПК-3: в дисциплинах (практиках) учебного плана: нет;

ПК-4: в дисциплинах (практиках) учебного плана: Б.1.В.3. Химия биологически активных соединений растений, Б.1.В.4. Современные методы в науках о живых системах, Б.3.1. Научно-исследовательская деятельность.

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих дисциплинах (практиках):

ПК-2: в дисциплинах (практиках) учебного плана: Б.2.2. Научно-исследовательская практика, Б.3.1. Научно-исследовательская деятельность, Б.3.2. Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук, Б.4.1 Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена, Б.4.2 Подготовка и представление научного доклада об основных результатах подготовленной НКР (диссертации);

ПК-3: в дисциплинах (практиках) учебного плана: Б.2.2. Научно-исследовательская практика, Б.3.1. Научно-исследовательская деятельность, Б.3.2. Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук, Б.4.1 Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена, Б.4.2 Подготовка и представление научного доклада об основных результатах подготовленной НКР (диссертации);

ПК-4: в дисциплинах (практиках) учебного плана: Б.2.2. Научно-исследовательская практика, Б.3.1. Научно-исследовательская деятельность, Б.3.2. Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук, Б.4.1 Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена, Б.4.2 Подготовка и представление научного доклада об основных результатах подготовленной НКР (диссертации).

Раздел 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

(матрица распределения компетенций по разделам и темам дисциплины)

№	Темы, разделы дисциплины	Количество часов	Компетенции			Общее количество компетенций
			ПК-2	ПК-3	ПК-4	
1	Раздел 1 История развития и области применения современных биотехнологий	20	+	+	+	3
2	Раздел 2 Биологические аспекты биотехнологии	40	+	+	+	3
3	Раздел 3 Химические аспекты биотехнологии	40	+	+	+	3
4	Раздел 4 Технологические аспекты биотехнологии	40	+	+	+	3
5	Раздел 5 Научные основы инженерного оформления биотехнологий	40	+	+	+	3
	Итого	180				

Раздел 4. ОПИСАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Для формирования заявленных компетенций в процессе обучения преподавателем создаются образовательные ситуации, в которых обучающиеся решают аналитические и практические задачи в индивидуальной и групповой форме работы, то есть реализуется методологическая технология проектного обучения.

Основными стратегическими образовательными технологиями являются лекционные, практические занятия и самообучение, проводимые в следующих формах: лекции классические (ЛК), лекции визуализации (ЛВ), практикум классический (ПМК), самообучение (Соб).

При организации указанных форм учебных занятий применяются информационные технологии в виде представления презентаций с применением ноутбука и проектора, иллюстративные материалы – презентации (слайды), фотографии, плакаты, подготовленные в ходе научно-исследовательской работы. В распоряжении на кафедре имеется доступ в интернет и стандартное программное обеспечение, установленное информационным центром ПГТУ.

Раздел 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Аннотации содержания дисциплины

Аннотация программы дисциплины Б.1.В.5. «Биотехнология (в т.ч. бионанотехнология)»

Дисциплина Б.1.В.5. «Биотехнология (в том числе бионанотехнологии)» изучается обучающимися по образовательной программе по направлению подготовки 06.06.01 «Биологические науки» (направленность «Биотехнология (в том числе бионанотехнологии)»).

Дисциплина изучается на 4 курсе и необходима для формирования знаний и компетенций при завершении работы над кандидатской диссертацией. Основное содержание дисциплины включено в программу кандидатского экзамена по указанной специальности. Дисциплина изучается в 7 семестре. Общая трудоемкость дисциплины составляет 216/6 часов/з.ед. Самостоятельная работа заключается в изучении лекционного и дополнительного материала, подготовке к текущему контролю, подготовку к экзамену.

В ходе изучения дисциплины осуществляется текущий контроль в форме опроса на лекционных и практических занятиях, а также промежуточный контроль в форме кандидатского экзамена.

Целью изучения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПК-2 способность самостоятельно ставить научные задачи в области биотехнологии и решать их с использованием современного оборудования и новейшего отечественного и зарубежного опыта;

ПК -3 способность представлять и внедрять полученные результаты научных исследований в области биотехнологии;

ПК-4 способностью использовать живые организмы, культуры клеток и биологические процессы в производстве с целью получения полезных продуктов для народного хозяйства, медицины и ветеринарии.

В ходе изучения дисциплины последовательно рассматриваются разделы:

1. История развития и области применения современных биотехнологий.
2. Биологические аспекты биотехнологии
3. Химические аспекты биотехнологии
4. Технологические аспекты биотехнологии
5. Научные основы инженерного оформления биотехнологий

Основными стратегическими образовательными технологиями являются лекционные, практические занятия и самообучение, проводимые в следующих формах: лекции классические, лекции визуализации, практикум классический, самообучение.

В рамках указанных технологий применяются тактические образовательные технологии: лекция-визуализация, информационные технологии, самообучение.

5.2. Учебно-тематический план изучения дисциплины

№	Наименование разделов дисциплины, тем	Виды учебной работы и их трудоемкость (кол-во часов)*					Формы контроля
		лекции	практ. занятия	лабор. занятия	СР	Всего	
1	Раздел 1 История развития и области применения современных биотехнологий	0,5	2	-	22	24,5	опрос, КЭ
2	Раздел 2 Биологические аспекты биотехнологии	1	2	-	36	39	опрос, КЭ

3	Раздел 3 Химические аспекты биотехнологии	1	2	-	36	39	опрос, КЭ
4	Раздел 4 Технологические аспекты биотехнологии	1	2	-	36	39	опрос, КЭ
5	Раздел 5 Научные основы инженерного оформления биотехнологий	0,5	2	-	36	38,5	опрос, КЭ
Итого		4	10	-	166	180	

5.3. План лекционных занятий

№№ п/п	Наименование раздела/темы дисциплины	Темы и краткое содержание лекций	Кол. час.
1.	История развития и области применения современных биотехнологий	Биотехнология как направление научно-технического прогресса, опирающееся на междисциплинарные знания. Основные области применения современной биотехнологии и основные ее аспекты (биологические, химические, технологические)	0,5
2.	Биологические аспекты биотехнологии	Строение и функции клетки. Жизненный цикл клеток и типы клеточного деления. Наследственность и изменчивость. Молекулярные основы организации хромосомы. Взаимодействие клеток и среды. Молекулярные основы наследственности. Основные биообъекты биотехнологии	1
3.	Химические аспекты биотехнологии	Разнообразие субстратов, окисляемых микроорганизмами (природные биополимеры, углеводороды, ксенобиотики и др.). Основные источники углерода, азота, фосфора, микроэлементов. Метаболизм микроорганизмов. Синтез липидов, полисахаридов и других компонентов клетки. Образование микроорганизмами биологически активных веществ: ферментов, антибиотиков, витаминов, токсинов. Белки. Нуклеиновые кислоты. Углеводы. Ферменты. Создание генетически модифицированных организмов.	1
4.	Технологические аспекты биотехнологии	Способы культивирования микроорганизмов (периодическое, непрерывное, иммобилизация клеток и ферментов). Типовые технологические приемы и особенности культивирования микроорганизмов, клеток и тканей растений, животных и человека. Кинетические основы ферментативных процессов. Кинетические основы микробиологических процессов. Технологии производства различных биотехнологических продуктов.	1
5.	Научные основы инженерного оформления биотехнологий	Основное ферментационное оборудование, его виды и предварительный подбор. Массообменный и тепловой расчеты биореакторов. Оборудование для разделения микробных суспензий, жидкой и твердой фазы, для концентрирования культуральных жидкостей и нативных растворов вакуум-выпариванием, для проведения процессов осаждения, оборудование для проведения процессов экстракции из твердой фазы и органическим растворителем, оборудование для сушки биотехнологической продукции.	0,5
		Всего	4

5.4. План практических занятий

№№ п/п	Наименование раздела/темы дисциплины	Темы и краткое содержание занятия	Кол. час.
1.	История развития и области применения современных биотехнологий	Методы контроля роста биомассы микроорганизмов и изменения состава питательной среды при культивировании. Определение белка. Микроскопирование.	2
2.	Биологические аспекты биотехнологии	Молекулярная идентификация микроорганизмов. Методы идентификации – ПЦР со специфическими праймерами,	2

		секвенирование.	
3.	Химические аспекты биотехнологии	Питательны среды для культивирования микроорганизмов. Приготовление и стерилизация питательных сред в соответствии с протоколом.	2
4.	Технологические аспекты биотехнологии	Изучение закономерности роста штамма микроорганизмов при периодическом культивировании. Построение кривой роста	2
5.	Научные основы инженерного оформления биотехнологий	Периодическое глубинное культивирование модельных микроорганизмов в лабораторном газо-вихревом биореакторе.	2
		Всего	10

5.5. Самостоятельная работа обучающихся

№	Раздел дисциплины	№ п/п	Вид самостоятельной работы (СР)	Количество часов	Виды и формы контроля
1	История развития и области применения современных биотехнологий	1	Проработка материала и подготовка к опросу: Биотехнология как направление научно-технического прогресса, опирающееся на междисциплинарные знания.	11	опрос, КЭ
		2	Проработка материала и подготовка к опросу: Основные области применения современной биотехнологии и основные ее аспекты (биологические, химические, технологические)	11	опрос, КЭ
2	Биологические аспекты биотехнологии	3	Проработка материала и подготовка к опросу: Строение и функции клетки. Жизненный цикл клеток и типы клеточного деления. Взаимодействие клеток и среды.	9	опрос, КЭ
		4	Проработка материала и подготовка к опросу: Наследственность и изменчивость	9	опрос, КЭ
		5	Проработка материала и подготовка к опросу: Молекулярные основы организации хромосомы. Молекулярные основы наследственности.	9	опрос, КЭ
		6	Проработка материала и подготовка к опросу: Основные биообъекты биотехнологии	9	опрос, КЭ
3	Химические аспекты биотехнологии	7	Проработка материала и подготовка к опросу: Разнообразие субстратов, окисляемых микроорганизмами (природные биополимеры, углеводороды, ксенобиотики и др.). Основные источники углерода, азота, фосфора, микроэлементов.	9	опрос, КЭ
		8	Проработка материала и подготовка к опросу: Метаболизм микроорганизмов. Синтез липидов, полисахаридов и других компонентов клетки. Образование микроорганизмами биологически активных веществ: ферментов, антибиотиков, витаминов, токсинов.	9	опрос, КЭ
		9	Проработка материала и подготовка к опросу: Белки. Нуклеиновые кислоты. Углеводы. Ферменты.	9	опрос, КЭ
		10	Проработка материала и подготовка к опросу: Создание генетически модифицированных организмов.	9	опрос, КЭ
4	Технологические аспекты биотехнологии	11	Проработка материала и подготовка к опросу: Способы культивирования микроорганизмов (периодическое, непрерывное, иммобилизация клеток и ферментов).	9	опрос, КЭ
		12	Проработка материала и подготовка к опросу: Кинетические основы ферментативных процессов. Кинетические основы микробиологических процессов.	9	опрос, КЭ

		13	Проработка материала и подготовка к опросу: Типовые технологические приемы и особенности культивирования микроорганизмов, клеток и тканей растений, животных и человека.	9	опрос, КЭ
		14	Проработка материала и подготовка к опросу: Технологии производства различных биотехнологических продуктов.	9	опрос, КЭ
5	Научные основы инженерного оформления биотехнологий	15	Проработка материала и подготовка к опросу: Основное ферментационное оборудование, его виды и предварительный подбор.	9	опрос, КЭ
		16	Проработка материала и подготовка к опросу: Массообменный и тепловой расчеты биореакторов.	9	опрос, КЭ
		17	Проработка материала и подготовка к опросу: Оборудование для разделения микробных суспензий, жидкой и твердой фазы, для концентрирования культуральных жидкостей и нативных растворов вакуум-выпариванием, для проведения процессов осаждения.	9	опрос, КЭ
		18	Проработка материала и подготовка к опросу: Оборудование для проведения процессов экстракции из твердой фазы и органическим растворителем, оборудование для сушки биотехнологической продукции.	9	опрос, КЭ
	Всего:			166	

Раздел 6. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

При изучении дисциплины «Биотехнология (в том числе бионанотехнологии)» обучающимися направлений подготовки 06.06.01 «Биологические науки» (направленность «Биотехнология (в том числе бионанотехнологии)») в 7 семестре контроль предполагает текущую аттестацию и контроль сформированности компетенций.

Текущая оценка работы обучающихся в семестре включает следующие виды:

- 1) опрос на лекциях и практических занятиях.

Промежуточная аттестация сформированности компетенций – в 7 семестре кандидатский экзамен по окончании изучения дисциплины «Биотехнология (в том числе бионанотехнологии)».

Перечень вопросов для подготовки к кандидатскому экзамену, Программа кандидатского экзамена, методические рекомендации по составлению дополнительной программы кандидатского экзамена, а также структура экзаменационного билета и критерии оценки приведены в Приложениях 1, 2, 3.

Раздел 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Основная и дополнительная литература

№ п/п	Автор	Наименование	Год издания	Количество экземпляров, имеющих в библиотеке, или ссылка на ЭБС
ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА				
1	Шевелуха В.С., Калашникова Е.А., Воронин Е.С. и др.	Сельскохозяйственная биотехнология [Текст]: [учеб. для студентов вузов по с.-х., естественнонауч. и пед. специальностям и магистерским программам] / [В. С. Шевелуха,	2003	29

		Е. А. Калашникова, Е. С. Воронин и др.]; под ред. В. С. Шевелухи. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 2003. - 468 с.		
2	Клунова С. М., Егорова Т. А., Живухина Е. А.	Биотехнология [Текст]: [учебник для студентов вузов по специальности "Биология"] / С. М. Клунова, Т. А. Егорова, Е. А. Живухина. - Москва: Академия, 2010. - 255 с.	2010	15
3	Слюняев В.П. Плошко Е.А.	Основы биотехнологии. Научные основы биотехнологии: учебное пособие [Электронный ресурс] / Слюняев В.П. Плошко Е.А. – Санкт-Петербург: СПбГЛТУ (Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет, 2012. – 112с.	2012	http://e.lanbook.com/view/book/45315/
4	Корзун Н.Л.	Корзун Н.Л. Биотехнологии очистки сточных вод городов и предприятий [Электронный ресурс] : учебное пособие для лекционных и практических занятий магистрантов специальностей 270800 «Строительство», магистерской программы 27080.68 «Инновационные технологии водоотведения, очистки сточных вод, обработки и утилизации осадков» (ВВм) / Н.Л. Корзун. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Вузовское образование, 2014. — 187 с. — 2227-8397.	2014	http://www.iprbooks.hop.ru/20405.html
5	Белясова Н.А.	Белясова Н.А. Микробиология [Электронный ресурс] : учебник / Н.А. Белясова. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Вышэйшая школа, 2012. — 443 с.	2012	http://www.iprbooks.hop.ru/20229.html
ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА				
1	Загоскина Н. В. и др.	Биотехнология: теория и практика [Текст]: [учеб. пособие для студентов вузов по специальности 020201 "Биология"] / Н. В. Загоскина [и др.] ; под ред. Н. В. Загоскиной, Л. В. Назаренко. - М. : ОНИКС, 2009. - 492 с.	2009	10
2	Калашникова Е.А., Родин А.Р.	Получение посадочного материала древесных, цветочных и травянистых растений с использованием методов биотехнологии [Текст]: [учеб. пособие студентов по направлению "Лесное хоз-во и ландшафт. стр-во"] / Е. А. Калашникова, А. Р. Родин ; под общ. ред. А. Р. Родина ; Моск. гос. ун-т леса. - 3-е изд., доп. и испр. - М. : МГУЛ, 2004. - 84 с.	2004	20
3	Шейкина О.В.	Лесная биотехнология [Электронный ресурс] / О. В. Шейкина; М-во образования и науки Рос. Федерации, ФГБОУ ВПО "Поволж. гос. технол. ун-т". - Йошкар-Ола: ПГТУ, 2014 -. Ч. 1: Молекулярно-генетические методы в лесном хозяйстве: учебное пособие. - 2014. - 76 с.	2014	https://portal.volgatech.net/books/Sheikina_lesnaia_biotexnologia_2014.pdf
4	Бирюков В.В	Основы промышленной биотехнологии [Текст]: [учеб. пособие для студентов вузов по специальностям "Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов", "Машины и аппараты хим. пр-ва"] / В. В. Бирюков. - М. : КолосС : Химия, 2004. - 294 с.	2004	6
5	Тулякова О.В.	Тулякова О.В. Биология [Электронный ресурс] : учебник / О.В. Тулякова. - Электрон. текстовые данные. - Саратов: Вузовское образование, 2014. — 448 с.	2014	http://www.iprbooks.hop.ru/21902.html

7.2. Учебно-методические разработки

№№ п/п	Автор	Наименование	Год издания	Количество экземпляров, имеющихся в библиотеке, или ссылка на ЭБС
1	Шейкина О.В., Черных Е.Н.	Лесная биотехнология: методические указания для выполнения лабораторных работ для студентов направления 19.03.01 (240700.62) "Биотехнология" / М-во образования и науки Рос. Федерации, ФГБОУ ВПО "Поволж. гос. технол. ун-т", 2015, ПГТУ. - 39 с.	2015	25
2	Малюта, Д. Н. Шамшуrow, Д. И. Мухортов	Биодеградация токсичных соединений и утилизация биомассы [Текст: Электронный ресурс]: методические указания к выполнению практических работ по направлению для студентов направления подготовки 19.03.01 «Биотехнология» / М-во образования и науки Рос. Федерации, ФГБОУ ВПО "Поволж. гос. технол. ун-т"; [сост.: О. В. Малюта, Д. Н. Шамшуrow, Д. И. Мухортов]. - Йошкар-Ола: ПГТУ, 2016. - 61 с.	2016	https://portal.volgatech.net/books/Maluta_biodegradacia_tiksi_chnix_soedinenii_utilizacia_biomassi_2016.pdf

7.3. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

№№ п/п	Библиографическое описание	Ссылка на информационный ресурс
1.	Образовательный портал (Электронное обучение)	http://moodle.volgatech.net/
2.	Электронно-библиотечная система ПГТУ	http://www.volgatech.net/electronic-library-system-of-volgatech/
3.	Издательство «Наука»	www.naukaran.ru
4.	Международная академическая издательская компания «Наука/Интерпериодика»	www.maik.ru
5.	Научная электронная библиотека	http://elibrary.ru/
6.	Международная реферативная база данных Scopus	https://www.scopus.com
7.	Электронно-библиотечная система Издательство «Лань»	http://e.lanbook.com/
8.	Биотехнология	http://www.biotechnolog.ru/
9.	Англоязычная текстовая база данных медицинских и биологических публикаций, созданная Национальным центром биотехнологической информации (NCBI) на основе раздела «биотехнология» Национальной медицинской библиотеки США	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/
10.	Генетический банк нуклеотидных последовательностей GenBank	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/guide/dna-rna/
11.	Общедоступная on-line программа для выравнивания нуклеотидных последовательностей Clustal Omega	https://www.ebi.ac.uk/Tools/msa/clustalo/

Раздел 8. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА

8.1. Информационные технологии

№№ п/п	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1.	— Microsoft Access (Подтверждение лицензии: Лицензия №700524030); — Microsoft Office Standard (Подтверждение лицензии: Лицензия №66059532 OPEN 96044930ZZE1711); — Microsoft Project Professional (Подтверждение лицензии: Лицензия №700524030); — Microsoft Visio Professional (Подтверждение лицензии: Лицензия №700524030);

	— Microsoft Visual Studio Enterprise (Подтверждение лицензии: Лицензия №700524030); — Microsoft Windows Enterprise (Подтверждение лицензии: Лицензия №700524030); — Агент Dr.Web (Подтверждение лицензии: Лицензия №LBW-BC-12M-1600-B1); — Комплект ГАРАНТ-Мастер (Подтверждение лицензии: Лицензия №12-40272-000898); — Комплект ПО для решения основных пользовательских задач (Подтверждение лицензии: Свободно распространяемое ПО); — Справочная правовая система "Консультант Плюс" (Подтверждение лицензии: Договор № РДД_8001_п, № РДД_8002_п);
--	--

8.2. Материально-техническая база

№№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения занятий с перечнем основного оборудования
1.	Лекционная аудитория вуза Корпус 1, ауд. 344: — Доска маркерная 120*240см; — Интерактивный комплект на базе мобильной приставки Mimio(проект.мультим.,доска марк.,графич.планш.); — Комплект мебели для учебного процесса на 24 посадочных мест; — Стенды-планшет на пласт из 3-х ч; — Экран настенный рулонный 180*180;
2.	Научно-исследовательская лаборатория "Культура клеток "in vitro" ", Корпус 5, ауд. 140: — Брошюровщик OFFICT KIT B2130; — Доска аудиторная 1.5*1.0; — Комплект мебели для учебного процесса на 16 посадочных мест; — Кондиционер сплит - система Lassar LS/LU -H12KFA2; — Кресло руководителя (серая иск. кожа); — Монитор ViewSonic VA2448-LED, 3 шт.; — МФУ Canon i-SENSYS MF 4410; — МФУ HP LaserJet Pro M1536 DNF; — ПК S404,2 400W/Intel Core i3 540/клав.,мышь,монит. 21,5" VA2248-LED, 4 шт.; — Проектор мультимедийный Sanyo PLC- XD 2600; — Шкаф для документов 1500*400*1200; — Экран настенный рулонный;
3.	Учебно-исследовательская лаборатория "Биотехнические методы утилизации органических отходов и экологический мониторинг при лесовыращивании, Корпус: I, Номер: 140: — Бурав 300мм d 5,15 мм; — Бурав 300мм; — Бурав 350мм d 5,15 мм; — Буссоль "Suunto"KB -14/360R; — Весы лабор.микрокомпл.ВЛМК-220; — Вилка Mantex Blue 65 см, 4 шт.; — Вилка мерная алюминиевая; — Внешний носитель 3.5" 2Tb USB 3.0; — Водонагреватель ЭВН GP 30; — Высотомер PM-5/1520PC; — Высотомер Suuto PM-5/1520 PC; — Измеритель пробы керна электронный Corimi Maxi; — Источник бесперебойного питания APC Smart-UPS 1000VA; — Коммутатор Cisco WS-C2960+48TC-L; — Коммутатор WS-C2960-24TT с конвертором; — Комплект мебели для учебного процесса на 12 посадочных мест; — Кондиционер Panasonic; — Копировальная машина; — Лазерный дальномер Nikon Forestry 550; — Линейка алюминиевая раздвижная 5 м; — Мерная лента "Камелон" 50м, 2 шт.; — Монитор 19 LG 1952 T-SF; — Монитор 23" ACER X 223 HB LCD; — Навигатор : GPS GARMIN; — Накопитель Transcend 500 Gb; — Ноутбук 3 Aser eMachines G730G-372G32Miks;

	— Ноутбук Aser Extensa 5620-1A1G16; — Ноутбук ASUS A7UAMD TK55/1G/120G; — Ноутбук ASUS K53SC 15,6"; — Ноутбук Samsung NP530U4B-S03 14"; — Палатка 4-местная, 2 шт.; — ПК сист.блок,монитор 22"FHD,клавиат.,мышь, 2 шт.; — ПК 3 RAMEC GALE LCD 21,5"/Intel Pentium 3,6 ГГц/ B85M/2x4 DDR3/1Tb SATA3/клавиатура,мышь; — ПК S404,2 400W/Intel Core i3 540/клав.,мышь,монит. 21,5" VA2248-LED; — Приемник GPS Trex Vista с чехлом; — Принтер HP Laser Jet 1010 с кабелем; — Принтер HP Laser Jet color 1600; — Принтер HP LaserJet Pro P1102 RU; — Принтер HP LaserJet Professional P1102; — Принтер лазерный WC 3119; — рН-метр/кондуктометр/термометр карман.водон. HI COMBO; — Сист блок QDS-DC1701C20108D180; — Сист. блок AMD 3000+/512*2/HDD 160 Gb/DVD-RW/FDD 3.5+клав+мышь; — Систем.блок P-Athlon64 X2 6000/1024*2Mб/320 Gb/клавиатура+мышь+коврик, 2 шт.; — Сканер HP 3970; — Стенд информационный 1000*2000; — Телефон мобил.Nokia 6510; — Термометр инфракрасный Fluke 62 с поверкой; — Фотокамера цифровая CANON Ixus 900Ti; — Цифр.фотоап-т Canon Power;
4.	Зал для самостоятельной работы обучающихся с компьютерами, Корпус: I, Номер: 267 — Комплект мебели для учебного процесса; — Монитор 17"TFTBeng G700 5ms DVI SenseveR Processor; — Персональный компьютер 6 Atlant A2X2/2G(3)/монитор Viewsonic VA2013wm/3Y, 2 шт.; — ПК H404,2 420W/Intel Core i3 540/клав.,мышь,монит. V173DObmd; — Принтер HP LaserJet 1020; — Систем.блок Core2 DUOE6320/1024Mb*2/160Gb/GF8500GT/DVD-RW/FDDклав.мышь.ковр.; — Системный блок RAY P360.3 ,клав,мышь оптич, коврик+ монитор 19" ViewSonic VA916; — Системный блок Core2DUO E6300/1024Mb*2/320Gb+Монитор LCD LG 19" W1934S-SN; — Тумба выкатная 450x550x580

9. ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Программа переутверждена на

заседании НТС

(назв. факультета или специальности)

протокол № 3

от "16" 11 20 17 г.

Д. В. Иванов
(подпись, Ф.И.О. председателя)

Программа переутверждена

на заседании кафедры ЛКСиБТ

(название кафедры)

протокол № 1

от "28" 08 20 17 г.

М. Д. Мухоморов Д. Ч.
(подпись, Ф.И.О. зав. кафедрой)

Программа переутверждена на

заседании НТС

(назв. факультета или специальности)

протокол № 8

от "24" 09 20 18 г.

Д. В. Иванов
(подпись, Ф.И.О. председателя)

Программа переутверждена

на заседании кафедры ЛКСиБТ

(название кафедры)

протокол № 1

от "27" 08 20 18 г.

М. Д. Мухоморов Д. Ч.
(подпись, Ф.И.О. зав. кафедрой)

Программа переутверждена на

заседании НТС

(назв. факультета или специальности)

протокол № _____

от "____" _____ 20 ____ г.

(подпись, Ф.И.О. председателя)

Программа переутверждена

на заседании кафедры ЛКСиБТ

(название кафедры)

протокол № _____

от "____" _____ 20 ____ г.

(подпись, Ф.И.О. зав. кафедрой)

Программа переутверждена на

заседании НТС

(назв. факультета или специальности)

протокол № _____

от "____" _____ 20 ____ г.

(подпись, Ф.И.О. председателя)

Программа переутверждена

на заседании кафедры ЛКСиБТ

(название кафедры)

протокол № _____

от "____" _____ 20 ____ г.

(подпись, Ф.И.О. зав. кафедрой)

Программа переутверждена на

заседании НТС

(назв. факультета или специальности)

протокол № _____

от "____" _____ 20 ____ г.

(подпись, Ф.И.О. председателя)

Программа переутверждена

на заседании кафедры ЛКСиБТ

(название кафедры)

протокол № _____

от "____" _____ 20 ____ г.

(подпись, Ф.И.О. зав. кафедрой)

Оценочные средства по дисциплине

Вопросы для подготовки к кандидатскому экзамену в части дополнительной программы кандидатского экзамена

Раздел 1. История развития и области применения современных биотехнологий

1. Определение биотехнология.
2. Перечислите исторические этапы развития биотехнологии.
3. Охарактеризуйте исторические этапы развития биотехнологии.
4. Назовите основные научные открытия способствующие развитию биотехнологий.
5. С какими дисциплинами и каким образом связана биотехнология?
6. Каковы особенности современной биотехнологии?
7. Направления биотехнологий.
8. Цель и задачи программы «Био2020».
9. Задачи и основные успехи медицинской биотехнологии.
10. Задачи и основные успехи сельскохозяйственной биотехнологии.
11. Задачи и основные успехи лесной биотехнологии.
12. Задачи и основные успехи промышленной биотехнологии.
13. Задачи и основные успехи пищевой биотехнологии.
14. Задачи и основные успехи экологической биотехнологии.

Раздел 2. Биологические аспекты биотехнологии

1. Строение растительной клетки.
2. Строение животной клетки.
3. Митоз.
4. Мейоз.
5. Виды наследственности и изменчивости.
6. Закономерности наследования ядерных генов.
7. Цитоплазматическое наследование.
8. Уровни упаковки ДНК. Строение хромосом.
9. Кариотип: понятие, способы изучения.
10. Строение и функции нуклеиновых кислот.
11. Генетический код.
12. Механизм генетического контроля синтеза белка.
13. Репликация ДНК.
14. Репарация ДНК.
15. Регуляция экспрессии генов.
16. Влияние внешних факторов на живые клетки.
17. Микроорганизмы как объекты биотехнологии.
18. Растения как объекты биотехнологии.
19. Клетки и ткани животных как объекты биотехнологии.
20. Грибы и водоросли как объекты биотехнологии.

Раздел 3. Химические аспекты биотехнологии

1. Источники углерода.
2. Источники азота.
3. Классификация питательных сред для культивирования микроорганизмов.
4. Синтез липидов в клетках.

5. Функции жиров.
6. Синтез полисахаридов клетках.
7. Функции полисахаридов.
8. Классификация полисахаридов.
9. Синтез нуклеиновых кислот.
10. Синтез белков.
11. Функции белков в клетках.
12. Уровни упаковки белков.
13. Классификация и номенклатура белков.
14. Синтез вторичных метаболитов.
15. Вещества антибиотического свойства.
16. Синтез токсинов в клетках.
17. Этапы создания генетически модифицированных организмов.
18. Технология агробактериологической трансформации растений.
19. Способы генетической модификации микроорганизмов.
20. Клонирование в векторе.

Раздел 4. Технологические аспекты биотехнологии

1. Классификация способов культивирования микроорганизмов.
2. Периодическое культивирование.
3. Непрерывное культивирование.
4. Кинетические основы микробиологических процессов.
5. Типовая схема микробиотехнологического производства.
6. Биотехнологическое производство аминокислот.
7. Биотехнологическое производство белков.
8. Биотехнологическое производство органических кислот.
9. Биотехнологическое производство витаминов.
10. Биотехнологическое производство антибиотиков.
11. Биотехнологическое производство вакцин.
12. Биотехнологическое производство биопрепаратов для сельского хозяйства.
13. Биотехнологическое производство на основе бифидобактерий и молочнокислых бактерий.
14. Биотехнологическое производство спиртов.
15. Получение ферментов.
16. Иммобилизация ферментов.
17. Использование биотехнологий для решения экологических проблем.
18. Микробное выщелачивание.
19. Производство биополимеров.

Раздел 5. Научные основы инженерного оформления биотехнологий

1. Типы биореакторов.
2. Турбидостаты: устройство и принцип работы.
3. Хемостаты: устройства и принцип работы.
4. Биореакторы для периодического культивирования.
5. Биореакторы для анаэробного культивирования.
6. Метантенки.
7. Система теплообмена биореакторов.
8. Система газообмена биореактивов.
9. Система пеногашения.
10. Система контроля параметров биореакторов.
11. Типы мешалок биореакторов.

12. Оборудование для разделения микробных суспензий.
13. Оборудование для разделения жидкой и твердой фазы.
14. Оборудование для концентрирования.
15. Оборудования для процессов осаждения.
16. Оборудование для экстракции.
17. Оборудование для сушки биотехнологической продукции.

Критерии оценки знаний при приёме экзамена по дисциплине научной специальности

При оценке знаний по дисциплине научной специальности и уровне компетенций рекомендуется придерживаться следующих **критериев**:

1. Всестороннее, глубокое и прочное знание программного материала по дисциплине соответствующей научной специальности. Понимание содержания основной проблематики научной специальности в соответствии с ее паспортом.
2. Знание и свободное владение классической и современной монографической (в том числе и зарубежной) литературой по научной специальности.
3. Способность составлять логически обоснованный план ответов на экзаменационные вопросы.
4. Уверенное владение понятийным аппаратом соответствующей научной дисциплины.
5. Умение анализировать различные доктринальные и теоретические позиции по концептуальным проблемам специальности.
6. Способность обосновывать свои суждения в спорных научных проблемах, корректное ведение полемики.
7. Умение связывать теоретические знания с практическим опытом.
8. Убедительное изложение структуры, теоретических и практических вопросов теме кандидатской диссертации.
9. Аргументированное обоснование причин выбора темы диссертации, ее научной новизны, целей и задач, предполагаемых теоретических выводов и практических результатов.

Ответ аспиранта на экзамене по дисциплине научной специальности может быть оценен на оценку:

— **«отлично»**, если ответ экзаменуемого полностью соответствует указанным выше критериям, а именно: свободно владеет теоретическим материалом; представил логичную структуру ответа; владеет понятийным аппаратом; приводит аргументированные и структурированные выводы; демонстрирует отличное владение профессиональными умениями и навыками в рамках диссертационного исследования.

— **«хорошо»**, если экзаменуемый достаточно твердо усвоил теоретический материал, может применять его на практике самостоятельно; правильно, но недостаточно полно отвечает на экзаменационные вопросы; затрудняется при ответе на дополнительные вопросы члена экзаменационной комиссии; демонстрирует хороший уровень владения профессиональными умениями и навыками в рамках диссертационного исследования.

— **«удовлетворительно»**, если экзаменуемый усвоил только основные разделы теоретического материала, не владеет в должной мере знаниями общетеоретического и специального характера, не может ответить на дополнительные вопросы члена экзаменационной комиссии, неполно раскрывает суть диссертационного исследования;

— **«неудовлетворительно»**, если экзаменуемый не может ответить ни на один дополнительный вопрос члена экзаменационной комиссии, ответа на основные вопросы экзаменационного билета вызывают у экзаменуемого затруднения, при ответе экзаменуемый допустил грубые фактические ошибки.

**Структура экзаменационного билета
по дисциплине научной специальности**

Экзаменационный билет по дисциплине научной специальности состоит из трех вопросов. Первые два вопроса соответствуют типовой программе-минимум по научной специальности, соответствующей направленности программы аспирантуры. Третий вопрос экзаменационного билета соответствует дополнительной программе кандидатского экзамена. Дополнительная программа связана с диссертационным исследованием, выполняемым аспирантом.

Министерство образования и науки Российской Федерации
Поволжский государственный технологический университет
Кафедра _____

Дисциплина Б.1.В.5. «_____»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №_____

- 1 Вопрос.....
- 2 Вопрос.....
- 3 Вопрос.....

Заведующий кафедрой _____ / _____ /

« ____ » _____ 20 ____ г.

ПРОГРАММА КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА ПО ДИСЦИПЛИНЕ НАУЧНОЙ СПЕЦИАЛЬНОСТИ

Программа составлена на основании паспорта научной специальности 03.01.06 «Биотехнология (в том числе бионанотехнологии)», в соответствии с Программой-минимум кандидатского экзамена по специальности 03.01.06 «Биотехнология (в том числе бионанотехнологии)»; Положением о сдаче кандидатских экзаменов лицами, обучающимися по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре или прикрепленными в качестве экстернов, ФГБОУ ВПО «ПГТУ»; учебным планом подготовки аспирантов в ФГБОУ ВПО «ПГТУ» по программе подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению подготовки 06.06.01 Биологические науки с направленностью «Биотехнология (в т.ч. бионанотехнологии)».

Подготовка к кандидатскому экзамену по специальности осуществляется в ходе изучения дисциплин учебного плана подготовки аспирантов по направлению подготовки 06.06.01 Биологические науки с направленностью «Биотехнология (в т.ч. бионанотехнологии)»: Б.1.В.3 «Химия биологически активных соединений растений», Б.1.В.4 «Современные методы в науках о живых системах», Б.1.В.5 «Биотехнология (в т.ч. бионанотехнологии)».

Процедура проведения кандидатского экзамена регламентируется Положением о сдаче кандидатских экзаменов лицами, обучающимися по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре или прикрепленными в качестве экстернов, ФГБОУ ВПО «ПГТУ».

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

1. История развития биотехнологии и основные ее аспекты

Полидисциплинарность современных биотехнологий. Биотехнология как направление научно-технического прогресса, опирающееся на междисциплинарные знания - биологические (генетика, биохимия, биофизика, микробиология, вирусология, физиология клеток растений и животных и др.), химические (химическая технология, физическая (биофизическая) химия, органическая химия, биоорганическая химия, компьютерная и комбинаторная химия и др.), технические (процессы и аппараты, системы контроля и управления, автоматизированные комплексы, моделирование и оптимизация процессов и др.). Понятие биотехнологии как технологического приема получения модифицированных биообъектов с целью придания им новых свойств и/или способности производить новые вещества. Основные области применения современной биотехнологии и основные ее аспекты (биологические, химические, технологические). Научные основы инженерного оформления биотехнологии.

2. Биологические аспекты биотехнологии

2.1. Общая биология, микробиология и физиология клеток

Определение жизни и свойства живого. Уровни организации живой материи. Клетка как основа наследственности и воспроизведения. Строение ядра и его роль в наследственности. Химический состав клетки (нуклеиновые кислоты, белки, полисахариды, липиды, нуклеопротеиды, гликопротеиды, липопротеиды, пептидогликаны, полифосфаты, минеральные компоненты и вода). Строение и функции клетки (различия клеток прокариот и эукариот). Строение клеточной стенки бактерий. Обмен веществ как совокупность пластического и энергетического обменов. Жизненный цикл клеток и типы клеточного деления (амитоз, митоз, мейоз). Законы Менделя и их интерпретация с точки зрения хромосомной теории наследственности. Наследственность и изменчивость. Формы

изменчивости. Основные положения эволюционной теории Ч. Дарвина, ее отличия от теории Ламарка. Формы отбора, типы видообразования, основные пути эволюции. Молекулярные основы организации хромосомы. Функции ДНК, гистонов, РНК в клеточном метаболизме. Сцепление и кроссинговер. Рекомбинация у бактериофагов. Положение микроорганизмов среди других организмов. Сапрофиты, паразиты, патогенные формы. Принципы классификации бактерий: эубактерии, цианобактерии, архебактерии. Общая биология протистов: водоросли, простейшие. Грибы. Вирусы. Вирусные инфекции, лизогения. Механизм поступления в клетки эукариотов и прокариотов экзогенных веществ. Физиология питания. Элементы питания, их значение для процесса биосинтеза. Разнообразие типов питания микроорганизмов (автотрофия, гетеротрофия, фотолитотрофия, фотоорганотрофия, хемоли-тотрофия, хемоорганотрофия). Разнообразие источников углерода, азота, фосфора, серы и других элементов, используемых микроорганизмами. Теория лимитирования и ингибирования роста клеток элементами питания. Физиология энергетического обмена: использование клетками энергодающих процессов, их эффективность и зависимость от условий среды. Экономический коэффициент и его связь с условиями роста. Взаимодействие клеток и среды, влияние внешних физических и физико-химических факторов на рост и биосинтез у микроорганизмов. Норма и стресс, проблема сохранения способности к сверхсинтезам. Физиология отмирания. Связь структуры и функции. Функциональная цитология, вопросы дифференциации и условия, ее вызывающие. Способы культивирования микроорганизмов (периодическое, непрерывное, иммобилизация клеток и ферментов). Смешанные культуры, консорциумы. Принципы их культивирования. Метаболизм микроорганизмов. Взаимосвязь биосинтетических и энергетических процессов. Понятие «биологическое окисление». Особенности электронотранспортных систем микроорганизмов. Анаэробные процессы окисления. Анаэробное дыхание. Брожение. Аэробное дыхание. Разнообразие субстратов, окисляемых микроорганизмами (природные биополимеры, углеводороды, ксенобиотики и др.). Полное аэробное окисление субстрата, неполное окисление и трансформация органических субстратов. Окисление неорганических субстратов. Особенности бактериального фотосинтеза. Биосинтетические процессы. Ассимиляционная нитратредукция, сульфатредукция, азотфиксация. Основные мономеры конструктивного метаболизма. Пути образования и дальнейшего их использования. Значение цикла трикарбоновых кислот и глиоксилатного шунта в конструктивном метаболизме. Синтез липидов, полисахаридов и других компонентов клетки. Практическое значение этих процессов. Образование микроорганизмами биологически активных веществ: ферментов, антибиотиков, витаминов, токсинов. Первичные и вторичные метаболиты. Их роль в природе. Практическое использование. Селекция, генетические основы селекции. Понятие о генотипе и фенотипе. Наследственность, изменчивость, отбор микроорганизмов. Рекомбинация. Понятие о генетике популяций и популяционной изменчивости. Методы селекции. Селекция микроорганизмов. Производственный ферментатор как экологическая ниша. Биосфера и распространение микроорганизмов. Участие микроорганизмов в круговоротах углерода, азота, кислорода, серы. Формы взаимоотношений микроорганизмов.

2.2. Молекулярная биология и генетика клеток

Понятие гена в «классической» и молекулярной генетике, его эволюция. Вклад методологии генной инженерии в развитие молекулярной генетики. Прикладное значение генной инженерии для биотехнологии. Молекулярные основы наследственности. Природа генетического материала. Особенности строения генетического материала про- и эукариот. Транскрипция ДНК, ее компоненты. РНК-полимераза и промотор. Трансляция, ее этапы, функция рибосом. Генетический код и его свойства. Репликация ДНК и ее генетический контроль. Рекомбинация, ее типы и модели. Механизмы репарации ДНК. Взаимосвязь процессов репликации, рекомбинации и репарации. Мутационный процесс. Роль биохимических мутантов в формировании теории «один ген - один фермент». Классификация мутаций. Спонтанный и индуцированный мутагенез. Классификация мутагенов. Молекулярный механизм мутагенеза. Идентификация и селекция мутантов.

Супрессия: внутригенная, межгенная и фенотипическая. Внехромосомные генетические элементы. Плазмиды, их строение и классификация. Половой фактор F, его строение и жизненный цикл. Роль фактора F в мобилизации хромосомного переноса. Образование доноров типа Hfr и F. Механизм конъюгации. Бактериофаги, их структура и жизненный цикл. Вирулентные и умеренные бактериофаги. Мигрирующие генетические элементы: транспозоны и IS-последовательности, их роль в генетическом обмене. Исследование структуры и функции гена. Элементы генетического анализа. *Цис-транс*-комплементационный тест. Генетическое картирование. Физический анализ структуры гена. Рестрикционный анализ. Методы секвенирования. Выявление функции гена. Регуляция экспрессии генов. Концепции оперона и регулона. Контроль на уровне инициации транскрипции. Промотор, оператор и регуляторные белки. Позитивный и негативный контроль экспрессии генов. Контроль на уровне терминации транскрипции. Полярный эффект и его супрессия. Катаболитоконтролируемые опероны: модель лактозного оперона. Аттенуаторконтролируемые опероны: модель триптофанового оперона. Мультивалентная регуляция экспрессии генов. Посттранскрипционный контроль. Основы генной инженерии. Механизм генных мутаций, генетический контроль. Ферменты рестрикции и модификации. Выделение и клонирование генов. Векторы для молекулярного клонирования. Принципы конструирования рекомбинантных ДНК и их введения в реципиентные клетки.

3. Химические аспекты биотехнологии

3.1. Биоорганическая химия и биохимия

Основные объекты исследования биоорганической химии. Методы исследования: химические, физические, физико-химические, биохимические. Компьютерная химия. Синтез и выделение продуктов, установление строения, изучение взаимосвязи между химическим строением и биологической активностью (биологической функцией) соединений. Белки. Аминокислоты как мономерные структурные единицы белков и пептидов. Стереохимия. Проекция Фишера. Уровни структуры белков. Первичная структура: методы определения последовательности аминокислот, секвенаторы. Вторичная структура белков: альфа- и бета-структуры. Третичная и четвертичная (субъединичная) структуры белков. Роль водородных, ионных, дисульфидных связей, гидрофобных взаимодействий. Денатурация (обратимая, необратимая) белков. Понятие о регуляторных белках. Нуклеиновые кислоты. ДНК и РНК. Структурные компоненты. Типы связей. Пространственная структура полимерных цепей. Двойная спираль ДНК. Комплементарность оснований. Методы определения нуклеотидной последовательности в нуклеиновых кислотах. Рестрикция, рестриктазы. Химико-ферментативный синтез олиго- и полинуклеотидов. Биосинтез нуклеиновых кислот. Ферменты биосинтеза. Понятие о транскрипции, обратная транскриптаза. Углеводы. Моносахариды. Строение и стереохимия. Альдозы, кетозы. Ациклические и циклические структуры моносахаридов. Пиранозы, фуранозы, альфа- и бета-аномеры. Понятие о конформации. Пентозы (рибоза, арабиноза, ксилоза), гексозы (глюкоза, манноза, галактоза). Дезоксисахара (фукоза, 2-дезоксирибоза), аминодезоксисахара, уроновые кислоты, сиаловые кислоты. Моносахариды как структурные мономерные единицы олиго- и полисахаридов. Структурный анализ олиго- и полисахаридов. Функции олиго- и полисахаридов. Понятие о лектинах. Целлюлоза, крахмал, гликоген. Углеводсодержащие смешанные биополимеры. Гликопротеины, пептидогликаны, тейхоевые кислоты. Липиды. Классификация липидов. Нейтральные липиды, фосфолипиды, сфинголипиды. Структурные компоненты липидов. Жирные кислоты. Высшие спирты, альдегиды. Полиолы, глицерин, миоинозит. Стереохимия липидов. Липопротеиды. Понятие о строении биологических мембран. Липосомы. Низкомолекулярные биорегуляторы - коферменты и витамины: НАД, НАДФ, ФМН, ФАД, тиаминпирофосфат, липоевая кислота, АТФ, биотин, аскорбиновая кислота, фолиевая кислота, пантотенат кальция, кобаламины. Каскад арахидоновой кислоты. Простагландины. Биогенные амины: ацетилхолин, серотонин и др. Антибиотики как природные антиметаболиты. Пенициллины, цефалоспорины, тетрациклины, аминогликозиды, противоопухолевые антибиотики. Полусинтетические

антибиотики. Ферменты и их биохимическая роль. Классификация и номенклатура. Активные центры ферментов. Субстратная специфичность. Факторы, обеспечивающие ферментативный катализ. Роль металлов в функционировании ферментов. Ингибиторы: обратимые (конкурентные, неконкурентные), необратимые. Обратимая и необратимая денатурация ферментов. Способы иммобилизации ферментов на различных носителях. Внутри- и внеклеточные ферменты. Метаболический фонд микробных клеток. Общие представления об анаболизме и катаболизме. Основные пути ассимиляции субстратов: белков, жиров, углеводов, аминокислот, углеводородов, спиртов, органических кислот, минеральных компонентов. Гликолиз и брожение. Цикл Кребса, регуляция активности ферментных систем в цикле. Гексозомонофосфатный путь превращения углеводов. Энергетическая эффективность цикла Кребса и гликолиза. Цепь переноса электронов, окислительное фосфорилирование в дыхательной цепи. Биосинтез через ацетил-КоА. Функции НАДН⁺ и НАД(Ф)Н⁺ в реакциях синтеза. Биосинтез белков, роль нуклеиновых кислот. Рибосомный путь биосинтеза. Принципы биоэнергетики. Пути и механизмы преобразования энергии в живых системах. Образование АТФ и других макроэргических соединений в клетках. Роль АТФ и трансмембранной разности электрохимических потенциалов (ТЭП) в трансформации и запасании энергии в клетке. Мембранная биоэнергетика: ионные насосы, первичные и вторичные генераторы ТЭП. Понятие об энергетическом заряде и энергетической эффективности роста. Основные типы сопряжения катаболических и анаболических процессов. Аэробное дыхание. Дыхательная цепь. Основные виды акцепторов электронов. Типы брожения. Системы субстратного фосфорилирования. Биосинтетические процессы в клетке. Биосинтез биополимеров: белков, нуклеиновых кислот и полисахаридов. Основные этапы процессов, их организация в клетках про- и эукариот. Биосинтез липидов, биогенез биомембран. Биосинтез сахаров, L-аминокислот, нуклеотидов, витаминов (коферментов). Вторичные метаболиты. Азотфиксация. Фотосинтез. Основные типы процессов, доноры электронов. Бесхлорофилльный фотосинтез. Фоторецептор. Регуляция метаболизма. Определение, уровни регуляции. Регуляция репликации ДНК и биосинтеза белков. Регуляция транскрипции. Регуляция трансляции. Посттрансляционная модификация. Регуляция активности ферментов путем обратимой ковалентной модификации. Регуляция активности путем нековалентного взаимодействия с эффекторами. Регуляция клеточного деления. Взаимодействие регуляторных механизмов при управлении скоростью роста клеток. Транспорт субстратов и продуктов. Механизмы клеточной проницаемости: физическая диффузия, «облегченная» диффузия, первичный и вторичный активный транспорт. Организация транспортных систем. Способы сопряжения транспорта с энергией метаболизма. Регуляция транспортных процессов. Секреция и экскреция. Мембранная регуляция. Регуляция на уровне генома.

3.2. Биофизическая химия

Термодинамические расчеты биохимических реакций. Теплота и свободные энергии, влияние температуры, pH и природы растворителей. Основные понятия термодинамики необратимых процессов: степень полноты реакции, некомпенсированная теплота и сродство. Сопряженные реакции. Обмен энергией и энтропией между клеткой и средой. Кинетические основы ферментативных процессов. Стационарная кинетика ферментативных реакций, уравнение Михаэлиса-Ментен. Влияние ингибиторов и активаторов на скорость ферментативных реакций. Температурная и pH-зависимость активности ферментов, инактивация ферментов. Кинетические основы микробиологических процессов. Кинетическое описание процесса роста микроорганизмов. Экспоненциальная модель роста. Уравнение Моно-Иерусалимского. Математическое описание периодической, турбидостатной и хемостатной культуры. Кинетическое описание смешанных культур. Кинетика гибели микроорганизмов. Кинетическое описание биосинтеза продуктов микроорганизмами. Мембранный потенциал. Редокс-потенциалы в биологических системах. Перенос вещества через мембраны. Мембранное равновесие, уравнение Доннана. Буферные

смеси и их биологическая роль. Адсорбция и поверхностные явления в биологических системах. Основные принципы хроматографии, ее применение. Микробные популяции как коллоидные системы, стабилизация и коагуляция, седиментация. Высокомолекулярные биологические коллоидные системы, свойства растворов белков и полисахаридов. Физико-химические свойства гелей, роль гелей в биологических объектах.

4. Технологические аспекты биотехнологии

4.1. Методы биотехнологии

Основные биообъекты биотехнологии: промышленные микроорганизмы, клетки и ткани растений, животных и человека, биокатализаторы, в том числе реконструированные продуценты биологически активных веществ (селекция, метод рекомбинантных ДНК, гибридная технология). Сырье для биосинтеза и оценка его биологической ценности. Основные источники углерода, азота, фосфора, микроэлементов. Исследование новых источников сырья (включая вопросы его предварительной обработки), разработка новых питательных сред, в том числе включающих биостимуляторы и другие элементы управления и оптимизации процессов биосинтеза. Методы оптимизации питательных сред. Типовые технологические приемы и особенности культивирования микроорганизмов, клеток и тканей растений, животных и человека. Непрерывные процессы культивирования. Теория хемостата. Автоселекция в хемостате. Полунепрерывные (fed batch culture) и периодические процессы культивирования. Кинетическое описание периодического культивирования. Удельные скорости роста биомассы, биосинтеза продукта и потребления субстратов. Понятие о С-моле биомассы. Влияние затрат субстрата на поддержание жизнедеятельности, на величину кажущегося экономического коэффициента. Модели кинетики биосинтеза продуктов метаболизма в зависимости от удельной скорости роста, возраста культуры, концентрации субстратов и метаболитов в среде. Принципы масштабирования процессов ферментации. Критерии масштабного перехода. Особенности получения иммобилизованных биообъектов и их применение в биотехнологии. Диффузионные ограничения при использовании иммобилизованных ферментов и клеток. Методы контроля специфических параметров процесса ферментации. Типовые технологические приемы стадии выделения и очистки продуктов биосинтеза. Флотация клеток и белковых продуктов из культуральной жидкости. Экстрагирование продуктов биосинтеза из биомассы микроорганизмов жидкостями и сверхкритическими жидкостями. Центробежная экстракция лабильных продуктов из культуральной жидкости. Сушка лабильных биопродуктов и живых биопрепаратов. Тестирование биологически активных веществ по типовым схемам. Вопросы надежности и безопасных условий эксплуатации, контроля биопроцесса, охраны окружающей среды. Современные подходы к созданию ресурсо- и энергосберегающих биотехнологий.

4.2. Области применения современной биотехнологии. Феноменологическое описание технологий

4.2.1. Биотехнологии для сельскохозяйственного производства (сельскохозяйственная биотехнология)

Конструирование модифицированных генно-инженерных (трансгенных) растений. Технологии генной инженерии растений. Создание растений, устойчивых к болезням и вредителям. Повышение продуктивности растений. Создание растений с улучшенными питательными свойствами. Проблемы и перспективы. Качество, безопасность и сертификация генномодифицированного сырья и пищевых продуктов на их основе. Применение генной инженерии в животноводстве (трансгенные животные как «биореакторы» биологически активных веществ).

4.2.2. Биотехнологии для кормовой базы животноводства

Производство кормового белка-белка одноклеточных микроорганизмов. Промышленные штаммы-продуценты. Сырьевая база. Требования, предъявляемые к

качеству готового продукта. Биомасса промышленных микроорганизмов как сырье для получения широкой гаммы продуктов различного назначения. Использование технологии утилизации различных отходов (целлюлозосодержащие материалы, молочная сыворотка, отходы пищевых и рыбоперерабатывающих производств). Микробиологическое производство ферментных препаратов для кормопроизводства. Микробиологическое производство индивидуальных L-аминокислот кормового назначения. Микробиологическое производство кормовых антибиотиков. Микробиологическое производство концентратов витаминов кормового назначения. Производство вакцин для животноводства. Производство пробиотиков для животноводства.

4.2.3. Производство микробных препаратов для растениеводства

Биотехнологии бактериальных и грибных средств защиты растений от вредных насекомых (инсектициды, фунгициды). Биотехнологии антибиотиков против корневой гнили и мучнистой росы. Биотехнологии бактериальных удобрений. Производство стимуляторов роста растений гормональной природы. Достижения биотехнологии в области создания свободного от вредной микрофлоры посадочного материала (рассады).

4.2.4. Биотехнологии для пищевой и легкой промышленности

Микробиологическое производство индивидуальных органических кислот (лимонная, яблочная, аспарагиновая кислоты). Микробиологическое производство ферментных препаратов. Использование ферментов микробного происхождения для пищевой промышленности: производство пищевого этанола, виноматериалов, пива, хлебопекарских дрожжей; производство ферментных препаратов (ренниноподобные протеиназы, глюкоизомеразы, бета-галактозидазы, бета-фруктофуранозидазы); производство препаратов, основанное на переработке биологического сырья, в том числе и биомасс промышленных микроорганизмов (препараты биологически активных добавок, содержащих смеси аминокислот, пептидов, витаминов и микроэлементов; пищевкусные добавки; концентраты и изоляты белковых веществ); производство подсластителей - заменителей сахара (глюкозо-фруктозные сиропы, аспартам); производство консервантов (низина). Использование ферментов для текстильных, кожевенных технологий, при производстве стиральных порошков.

4.2.5. Медицинская биотехнология (биотехнология для медицины)

Использование методов иммобилизации биообъектов в медицинских биотехнологиях и в диагностике заболеваний. Основы современной иммунобиотехнологии. Гибридная технология. Использование антител для очистки биологических жидкостей. Типы вакцин и их конструирование. Культуральные и генно-инженерные вакцины. Производство сывороток. Современные прививочные препараты. Препараты на основе живых культур микроорганизмов (нормофлоры и пробиотики). Иммуносенсоры. Производство биосенсоров на основе ферментов. Диагностические средства *in vitro* для клинических исследований. Производство пробиотиков. Производство ферментов медицинского назначения. Создание ферментов с помощью методов генной инженерии. Производство препаратов на основе смеси L-аминокислот для перорального и парентерального питания. Технологии лекарственных препаратов на базе стабильных адресных липосом. Конструирование и производство генно-инженерного инсулина. Другие генно-инженерные лекарства и препараты. Производство иммуномодуляторов, иммуностимуляторов и иммунодепрессантов. Микробиологическое производство антибиотиков различных классов для медицины. Полусинтетические антибиотики. Микробиологическое производство витаминов для здравоохранения. Технологии продуктов трансформации органических соединений ферментами микробных клеток: сорбит в производстве аскорбиновой кислоты; гидрокортизон и превращение его в предниолон; продукты дегидрирования, восстановления и гидроксирования стероидов; продукты окисления производных индола и пиридина. Технологии культивирования *in vitro* клеток и тканей растений для получения

фитопрепаратов и лечебно-профилактических добавок.

4.2.6. Биотехнологии получения энергоносителей для энергетики

Микробиологическое производство возобновляемых источников энергии: низших спиртов, ацетона, метана биоконверсией органических отходов и растительного сырья. Микробиологическое производство водорода.

4.2.7. Биотехнологии для нефте- и горнодобывающей и обогатительной промышленности

Геомикробиология и экология нефте- и угледобычи. Бактериальное выщелачивание химических элементов из руд, концентратов и горных пород, обогащение руд, биосорбция металлов из растворов. Удаление серы из нефти и угля. Повышение нефтеотдачи. Удаление метана из угольных пластов. Подавление биокоррозии нефтепроводов. Производство био- и фоторазлагаемых конструкционных пластмасс для промышленной энергетики.

4.2.8. Биотехнологические методы защиты окружающей среды (экологическая биотехнология)

Антропогенные факторы химического и биологического загрязнения окружающей среды. Органические ксенобиотики, соединения азота, серы, фосфора, тяжелые металлы и радионуклиды. Биологические методы для решения задач охраны окружающей среды. Основные биохимические пути микробиологической трансформации загрязняющих веществ. Микроорганизмы - биодеструкторы. Биологическая очистка сточных вод. Принципиальные схемы очистных сооружений. Основные принципы работы, методы и сооружения аэробной и анаэробной биологической очистки сточных вод и переработки промышленных отходов. Утилизация диоксида углерода с помощью микроорганизмов. Биологические методы очистки воздуха. Биологическая дезодорация газов. Основные методы и принципиальные конструкции установок. Биоремедиация и биологическая очистка природных сред. Основные подходы. Создание технологий для восстановления окружающей среды с использованием модифицированных генно-инженерных микроорганизмов. Разработка биотехнологических способов уничтожения химического оружия. Биологическая переработка твердых отходов. Биодеструкция природных и синтетических полимерных материалов. Компостирование. Вермикультура. Биологическая коррозия и биоциды. Мониторинг окружающей среды. Методы биотестирования и биоиндикации в мониторинге.

5. Научные основы инженерного оформления биотехнологий

5.1. Стерилизация технологических потоков и оборудования

Классификация производств биосинтеза по отношению к контаминации. Возможные пути проникновения посторонней микрофлоры в биореактор. Асептическое культивирование. Методы отделения и деструкции контаминантов, их сравнительный анализ. Способы стерилизации жидкостей, твердых субстратов и воздуха. Термическая стерилизация. Критерии стерилизации, их расчет для изотермического, непрерывного и нестационарных условий. Аппаратурное оформление стадий. Деконтаминация воздуха и оборудования в производственных помещениях.

5.2. Материальный и энергетический балансы процесса биосинтеза

Стехиометрия микробиологического синтеза. Методы расчета стехиометрических коэффициентов и составление материального баланса стадии биосинтеза. Влияние условий культивирования продуцента на тепловыделение, величину экономического коэффициента и степень утилизации субстрата. Потребление кислорода микроорганизмами. Массопередача кислорода от воздуха к клеткам. Концентрационные «ямы». Массопередача углекислого газа. Массообменные характеристики ферментационного оборудования. Пенообразование и пеногашение. Перемешивание при ферментации и его виды. Массообменный и тепловой расчеты биореакторов: по областям применения, по условиям проведения процессов

биосинтеза. Основное ферментационное оборудование, его виды и предварительный подбор. Биореакторы периодические и непрерывно действующие, полного смешения, полного вытеснения и промежуточного типа. Биореакторы для осуществления асептических, условно-асептических и неасептических операций. Классификация биореакторов по способу ввода энергии: аппараты с механическим перемешиванием, барботажный, эрлифтный. Методы определения величины коэффициента массопередачи в биореакторах различной конструкции.

5.3. Основы моделирования биореакторов

Этапы моделирования. Параметры моделирования и их сопоставление. Моделирование по вводимой удельной энергии, по интенсивности массопереноса кислорода. Исследование и разработка принципов и алгоритмов оптимального компьютерного проектирования биотехнологических систем.

5.4. Описание основного оборудования для выделения, концентрирования и очистки продуктов биосинтеза с целью получения готовых товарных форм препаратов

Оборудование для разделения микробных суспензий, жидкой и твердой фазы (центрифуги осадительного и фильтрующего типа с периодической и с непрерывной выгрузкой осадка; суперцентрифуги; сепараторы для фильтрации и отжима осадков). Оборудование для концентрирования культуральных жидкостей и нативных растворов вакуум-выпариванием (аппараты с восходящей и падающей пленкой; роторно-пленочные испарители). Оборудование для проведения процессов осаждения (влияние начальной концентрации осаждаемого вещества, температуры на скорость образования осадка). Оборудование для проведения процессов экстракции из твердой фазы и органическим растворителем (влияние соотношения фаз, времени контакта фаз на эффективность процесса). Оборудование для баромембранного разделения и очистки продуктов биосинтеза и воздуха (микрофильтрация, ультрафильтрация; обратный осмос; селективность баромембранных процессов; концентрация гелеобразования). Оборудование для хроматографического концентрирования и разделения компонентов нативного раствора (ионный обмен и гель-фильтрация; очистка продуктов биосинтеза на гидрофобных сорбентах). Оборудование для сушки биотехнологической продукции (сушилки распылительные, вальцово-ленточные, барабанные, кипящего слоя, пневматические, сублимационные, вакуумные и вакуумные с подбросом давления). Оборудование для очистки газо-воздушных выбросов и сточных вод (трубы Вентури, скрубберы мокрой очистки, отстойники, биофильтры, аэротенки, окситенки, метантенки).

5.5. Принципы регулирования, контроля и автоматического управления процессами биосинтеза

Создание и эксплуатация приборов, систем измерения физико-химических, физиологических и биофизических параметров, компьютеризированных технологических комплексов.

6. Бионанотехнологии, биофармацевтические технологии.

Бионанотехнологии. Молекулярное узнавание. Диагностикумы. Методы анализа. Биосенсоры. Системы доставки лекарственных препаратов. Понятие лекарственного вещества. Основные проблемы лекарства: селективность, длительность действия, безвредность. Связь структуры вещества и его физиологической функции. Химическое строение пептидов и белков, сходство и различие. Химическая модификация пептидов и белков. Реакция восстановительного аминирования. Восстановители. Создание амидной связи. Активация карбоксильной группы в синтезе пептидной связи. Буферные системы. Методы физико-химического анализа пептидов и белков. Масс-спектрометрия MALDI и ESI. Атомно-силовая микроскопия. Биологические полимеры. Строение сиаловой кислоты. Методы оценки биологической активности белков. Различные типы наночастиц. Методы

исследования наночастиц. Концепция применения наносомальных форм. Стелс-технология. Закономерности распределения наночастиц в организме. Наиболее перспективные области применения. Канцерогенез, трансформация клеток, синтез цитотоксических конъюгатов, методы химиотерапии, иммунопрофилактика раковых заболеваний, иммунология опухолей. Использование методов иммобилизации биообъектов в медицинских биотехнологиях и в диагностике заболеваний. Основы современной иммунобиотехнологии. Гибридная технология. Использование антител для очистки биологических жидкостей. Типы вакцин и их конструирование. Культуральные и генно-инженерные вакцины. Производство сывороток. Современные прививочные препараты. Препараты на основе живых культур микроорганизмов (нормофлоры и пробиотики). Иммуносенсоры. Производство биосенсоров на основе ферментов. Диагностические средства *in vitro* для клинических исследований. Производство пробиотиков. Производство ферментов медицинского назначения. Создание ферментов с помощью методов генной инженерии. Производство препаратов на основе смеси L-аминокислот для перорального и парентерального питания. Технологии лекарственных препаратов на базе стабильных адресных липосом. Конструирование и производство генно-инженерного инсулина. Другие генно-инженерные лекарства и препараты. Производство иммуномодуляторов, иммуностимуляторов и иммунодепрессантов. Микробиологическое производство антибиотиков различных классов для медицины. Полусинтетические антибиотики. Микробиологическое производство витаминов для здравоохранения.

ВОПРОСЫ КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА

1. Понятие биотехнологии как технологического приема получения модифицированных биообъектов с целью придания им новых свойств и/или способности производить новые вещества.
2. Строение и функции клетки (различия клеток прокариот и эукариот).
3. Взаимодействие клеток и среды, влияние внешних физических и физико-химических факторов на рост и биосинтез у микроорганизмов.
4. Технологии биологической трансформации органических соединений.
5. Образование микроорганизмами биологически активных веществ: ферментов, антибиотиков, витаминов, токсинов.
6. Молекулярные основы наследственности.
7. РНК-полимераза прокариот и эукариот.
8. Структурно-функциональные свойства рибосом.
9. Механизмы репарации ДНК. Взаимосвязь процессов репликации, рекомбинации и репарации.
10. Спонтанный и индуцированный мутагенез. Идентификация и селекция мутантов.
11. Плазмиды, их строение и классификация. Биотехнологические аспекты применения.
12. Транспозоны, их роль в генетическом обмене. Биотехнологические аспекты
13. Методы секвенирования ДНК.
14. Механизм регуляции экспрессии генов у прокариот и эукариот.
15. Общая методология генетической инженерии. Механизм генных мутаций, генетический контроль.
16. Системы рестрикции и модификации: классификация ферментов.
17. Технология рекомбинантных ДНК. Области применения.
18. Первичная структура: методы определения последовательности аминокислот, секвенаторы.
19. Вторичная структура белков и методы её анализа.
20. Третичная и четвертичная (субъединичная) структуры белков. Роль водородных, ионных, дисульфидных связей, гидрофобных взаимодействий.
21. Рестрикция, рестриктазы. Химико-ферментативный синтез олиго- и полинуклеотидов.
22. Типы и функции полисахаридов. Углеводсодержащие смешанные биополимеры. Биосинтез жирных кислот.

23. Липопротеиды. Строение и функции клеточных мембран.
24. Антибиотики, как природные антиметаболиты.
25. Ферменты, и их биохимическая роль. Факторы, обеспечивающие ферментативный катализ.
26. Метаболический фонд микробных клеток. Общие представления об анаболизме и катаболизме.
27. Образование АТФ и других макроэргических соединений в клетках.
28. Биосинтез липидов, биогенез биомембран.
29. Механизмы клеточной проницаемости: физическая диффузия, «облегченная» диффузия, первичный и вторичный активный транспорт.
30. Адсорбция и поверхностные явления в биологических системах. Основные принципы хроматографии, ее применение.
31. Исследование новых источников сырья и другие элементы управления и оптимизации процессов биосинтеза.
32. Типовые технологические приемы и особенности культивирования микроорганизмов. Теория хемостата.
33. Особенности получения иммобилизованных биообъектов и их применение в биотехнологии.
34. Современные подходы к созданию ресурсо- и энергосберегающих биотехнологий.
35. Конструирование генно- инженерно- модифицированных (трансгенных) растений. Технологии генной инженерии растений.
36. Создание растений с улучшенными питательными свойствами. Проблемы и перспективы.
37. Качество, безопасность и сертификация генмодифицированного сырья и пищевых продуктов на их основе.
38. Применение генной инженерии в животноводстве (трансгенные животные как «биореакторы» биологически активных веществ).
39. Использование технологии утилизации различных отходов (целлюлозосодержащие материалы, молочная сыворотка, отходы пищевых и рыбоперерабатывающих производств).
40. Микробиологическое производство концентратов витаминов кормового назначения.
41. Производство пробиотиков для животноводства.
42. Производство стимуляторов роста растений.
43. Использование ферментов микробного происхождения для пищевой промышленности.
44. Производство препаратов биологически активных добавок, содержащих смеси аминокислот, пептидов, витаминов и микроэлементов, основанное на переработке биологического сырья.
45. Основы современной иммунобиотехнологии.
46. Производство пробиотиков.
47. Производство иммуномодуляторов, иммуностимуляторов и иммунодепрессантов.
48. Основные биохимические пути микробиологической трансформации загрязняющих веществ. Микроорганизмы — биодеструкторы.
49. Биоремедиация и биологическая очистка природных сред.
50. Создание технологий для восстановления окружающей среды с использованием генно-инженерно-модифицированных микроорганизмов.

ЛИТЕРАТУРА

Основная литература

1. Наглядная биотехнология и генетическая инженерия: справочник для студентов биологических, биолого-химических, химико-технологических, медицинских и фармацевтических вузов, научных работников / Рольф Шмид ; пер. с нем. А. А. Виноградовой, А. А. Синюшина ; под ред. Т. П. Мосоловой, А. А. Синюшина. - Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. - 324 с.

2. Лесная биотехнология. Часть 1: Молекулярно-генетические методы в лесном хозяйстве: учебное пособие / О.В.Шейкина. – Йошкар-Ола:ПГТУ. – 2014. – 76 с.
3. Биотехнология: понятия, термины и определения: учебное пособие для студентов фармацевтического факультета / О. В. Тушканова, В. А. Карташов. - Майкоп : Качество, 2012. - 129 с.
4. Молекулярно-генетические и биохимические методы в современной биологии растений: научное издание / под ред. Вл. В. Кузнецова [и др.]. - Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 487с.
5. Биотехнология: учебник для студентов вузов по специальности "Биология" / С. М. Клунова, Т. А. Егорова, Е. А. Живухина. - Москва : Академия, 2010. – 255 с.
6. Биотехнология: теория и практика: учеб. пособие для студентов вузов по специальности 020201 "Биология"/ Н. В. Загоскина [и др.] ; под ред. Н. В. Загоскиной, Л. В. Назаренко. - М. : ОНИКС, 2009. - 492с.
7. Сельскохозяйственная биотехнология [Текст]: [учеб. для студентов вузов по с.-х., естественнонауч. и пед. специальностям и магистерским программам] / [В. С. Шевелуха, Е. А. Калашникова, Е. С. Воронин и др.]; под ред. В. С. Шевелухи. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 2003. - 468 с.
8. Основы биотехнологии. Научные основы биотехнологии: учебное пособие [Электронный ресурс] / Слюняев В.П. Плошко Е.А. – Санкт-Петербург: СПбГЛТУ (Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет, 2012. – 112с.
9. Корзун Н.Л. Биотехнологии очистки сточных вод городов и предприятий [Электронный ресурс] : учебное пособие для лекционных и практических занятий магистрантов специальностей 270800 «Строительство», магистерской программы 27080.68 «Инновационные технологии водоотведения, очистки сточных вод, обработки и утилизации осадков» (ВВм) / Н.Л. Корзун. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Вузовское образование, 2014. — 187 с. — 2227-8397.
10. Белясова Н.А. Микробиология [Электронный ресурс] : учебник / Н.А. Белясова. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Вышэйшая школа, 2012. — 443 с.

Дополнительная литература

1. Биотехнология: теория и практика [Текст]: [учеб. пособие для студентов вузов по специальности 020201 "Биология"] / Н. В. Загоскина [и др.] ; под ред. Н. В. Загоскиной, Л. В. Назаренко. - М. : ОНИКС, 2009. - 492 с.
2. Получение посадочного материала древесных, цветочных и травянистых растений с использованием методов биотехнологии [Текст]: [учеб. пособие студентов по направлению "Лесное хоз-во и ландшафт. стр-во"] / Е. А. Калашникова, А. Р. Родин ; под общ. ред. А. Р. Родина ; Моск. гос. ун-т леса. - 3-е изд., доп. и испр. - М. : МГУЛ, 2004. - 84 с.
3. Основы промышленной биотехнологии [Текст]: [учеб. пособие для студентов вузов по специальностям "Охрана окружающей среды и рацион. использование природ. ресурсов", "Машины и аппараты хим. пр-в"] / В. В. Бирюков. - М. : КолосС : Химия, 2004. - 294 с.
4. Тулякова О.В. Биология [Электронный ресурс] : учебник / О.В. Тулякова. - Электрон. текстовые данные. - Саратов: Вузовское образование, 2014. — 448 с.
 5. Генетические основы селекции растений: монография: в 4 томах / науч. ред.: А. В. Кильчевский, Л. В. Хотылева ; Нац. АН Беларуси, Ин-т генетики и цитологии. - Минск : Беларуская навука, 2008. -Т. 3 : Биотехнология в селекции растений. Клеточная инженерия. - 2012. – 488 с.

Методические рекомендации по подготовке и сдаче кандидатского экзамена по дисциплине научной специальности

Порядок подготовки и проведения кандидатского экзамена по дисциплине научной специальности

1. Кандидатские экзамены являются формой промежуточной аттестации по образовательной программе высшего образования – программе подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре, а также составной частью аттестации научных и научно-педагогических кадров. Цель экзамена — установить глубину профессиональных знаний аспиранта, уровень его подготовленности к самостоятельной научно-исследовательской работе.

2. Сдача кандидатских экзаменов обязательна для присуждения ученой степени кандидата наук и проводится до представления диссертационной работы в совет по защите диссертаций.

3. Кандидатский экзамен по дисциплине научной специальности (далее – кандидатский экзамен по специальной дисциплине) сдается по программе, состоящей из двух частей:

- типовой программы-минимум по научной специальности, разработанной ведущими в соответствующей отрасли высшими учебными заведениями и научными учреждениями;
- дополнительной программы, разрабатываемой научным руководителем аспиранта и соответствующей кафедрой (центром, факультетом, институтом) ПГТУ.

4. В дополнительной программе должны быть отражены последние научные достижения в области науки, в рамках которой проведено диссертационное исследование, использована новейшая научная отечественная и зарубежная литература, интернет-издания, а также справочно-информационные издания соответствующей тематики. Дополнительная программа должна соответствовать паспорту специальностей и требованиям, предъявляемым к дополнительным программам в ПГТУ.

5. Дополнительная программа обсуждается на заседании кафедры (центра, факультета, института) ПГТУ, на которой разработана программа и выносится для утверждения на заседание Совета факультета (центра, института).

6. Для лиц, зачисленных в аспирантуру в качестве экстернов для прохождения промежуточной аттестации без освоения образовательной программы аспирантуры (далее – экстерны), дополнительная программа обсуждается на заседании кафедры (центра, факультета, центра) ПГТУ, на которой ведется подготовка аспирантов по соответствующей образовательной программе, и выносится для утверждения на заседание Совета факультета (центра, института).

7. Дополнительная программа утверждается Советом факультета (центра, института) и проректором по научной работе и инновационной деятельности не позднее, чем за 1 месяц до даты проведения кандидатского экзамена.

8. Экзамен проводится в период сессии по сдаче кандидатских экзаменов, согласно учебному плану и календарному учебному графику подготовки аспиранта. Дата проведения экзамена доводится до аспиранта (экстерна) не менее чем за 2 недели до экзамена. В случае представления диссертационной работы в диссертационный совет, по ходатайству научного руководителя аспиранта (или председателя диссертационного совета ПГТУ – для экстерна) экзамен может быть проведен вне сессии.

9. Для приема кандидатского экзамена создается комиссия по приему кандидатского экзамена (далее – экзаменационная комиссия), состав которой утверждается приказом

ректора. Состав экзаменационной комиссии формируется из числа научно-педагогических работников (в том числе работающих по совместительству) в количестве не более 5 человек, и включает в себя председателя, заместителя председателя и членов экзаменационной комиссии. В состав экзаменационной комиссии могут включаться научно-педагогические работники других организаций.

Экзаменационная комиссия по приему кандидатского экзамена по специальной дисциплине правомочна принимать кандидатский экзамен по специальной дисциплине, если в ее заседании участвуют не менее 3 специалистов, имеющих ученую степень кандидата или доктора наук по научной специальности, соответствующей специальной дисциплине, в том числе 1 доктор наук.

10. Во время проведения экзамена аспиранту (экстерну) задаются вопросы по основной и дополнительной программам. Экзамен проводится в устной форме.

11. Экзаменационная комиссия оценивает каждый вопрос и выставляет итоговую оценку, что отражается в протоколе. Протокол передается в сектор ПНК УНИД в течение 1 недели после приема экзамена.

12. Сданные по специальности экзамены действительны только в том случае, если специальность не изменила свое название и шифр согласно номенклатуре специальностей научных работников. Ранее сданные экзамены по научной специальности, название и шифр которой изменились, не засчитываются.

Требования к содержанию дополнительной программы для сдачи кандидатского экзамена по специальности

Дополнительная программа разрабатывается научным руководителем аспиранта и кафедрой (центром, факультетом, институтом) на основании диссертационного исследования аспиранта и должна быть представлена в сектор ПНК УНИД не позднее, чем за 2 недели до даты сдачи кандидатского экзамена.

Программа должна содержать:

– Титульный лист с указанием авторов программы, номера и даты протокола утверждения дополнительной программы на Совете факультета (центра, института). Образец титульного листа приведен в приложении.

– Перечень вопросов, раскрывающих содержание диссертации, используемые методы научного исследования и последние достижения в научной отрасли, в рамках которой проведено диссертационное исследование. В программе рекомендуется выделить 2-3 раздела, в каждом из которых по 10-20 вопросов по научной специальности.

– Список используемой литературы (рекомендуется 15-20 наименований за последние 5 лет, в том числе на иностранном языке), который включает в себя: журналы, рекомендованные ВАК; научные и учебные издания, рекомендованные кафедрой (центром, институтом, факультетом); перечень электронных ресурсов. Оформляется в соответствии с действующими требованиями и правилами составления библиографических записей, описаний электронных ресурсов.

Вопросы в дополнительной программе не должны дублировать типовую программу-минимум.

Дополнительная программа печатается в 2-х экз.:

1-й экз. – в сектор ПНК УНИД;

2-й экз. – аспиранту (соискателю)

**Образец титульного листа индивидуальной дополнительной программы
для сдачи кандидатского экзамена по специальности**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
(ФГБОУ ВПО «ПГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по НРиИД
_____ Д.В. Иванов
«__» _____ 20__ г.

Дополнительная программа
для сдачи кандидатского экзамена
по специальности _____
_____ шифр

наименование специальности

аспиранта/экстерна кафедры _____
_____ *наименование*

Ф.И.О. в родительном падеже

Тема диссертации: _____

Научный руководитель:

Составитель программы:

ученая степень, ученое звание, Ф.И.О

Зав. кафедрой:

Согласовано:

ученая степень, ученое звание, Ф.И.О

Дополнительная программа утверждена на заседании Ученого совета факультета
(центра, института) _____
Протокол № _____ от _____

Председатель Ученого совета
факультета (центра, института)

ученая степень, ученое звание, Ф.И.О

Йошкар-Ола–20__

**Образец второго листа дополнительной программы для сдачи кандидатского экзамена
по специальности**

ВОПРОСЫ

1. Название первого раздела.
 - 1.1. Вопросы
 - 1.2.
 - 1.3.
 - 1.4.
 - 1.5.
 - 1.6.
 - 1.7.
 - 1.8.
 - 1.9.
 - 1.10.
2. Название второго раздела
 - 2.1. Вопросы
 -
 - 2.10.
3. Название третьего раздела
 - 3.1. Вопросы
 -
 - 3.10.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ...
2. ...
- ...