

АННОТАЦИЯ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ

ДИСЦИПЛИНЫ

Основные методы выделения, очистки, концентрирования целевых продуктов биотехнологического производства

Направление подготовки: 19.03.01 «Биотехнология»

Направленность (профиль) программы: «Фармацевтическая биотехнология»

Квалификация: бакалавр

1 Цели, задачи и результаты освоения дисциплины, ее место в структуре основной образовательной программы

1.1 Цели и задачи дисциплины

Цели дисциплины:

- формирование у студентов представлений о постферментационных стадиях биотехнологического производства;
- знакомство с существующими промышленными методами выделения и очистки биопродуктов.

Задачи дисциплины:

- научить студентов выделять продукты метаболизма из культуральной жидкости;
- ознакомить студентов с экстракционными, сорбционными и мембранными методами выделения и очистки биопродуктов.

1.2 Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Категория	Код и наименование компетенции	Индикаторы компетенций	
Ведение и сопровождение технологического процесса при промышленном производстве	ПК-1 Способность осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом, выбирать	знать	ИПК – 1.1 важнейшие процессы, протекающие в биореакторах и на стадиях переработки, связанных с выделением и очисткой целевого продукта.

Категория	Код и наименование компетенции	Индикаторы компетенций	
	технологическое оборудование с учетом производственной мощности, загрузки оборудования и установленных требований для реализации производства лекарственных препаратов. Способен определять трудоемкость технологического процесса и материальный баланс производства лекарственных средств	уметь	<i>ИПК – 1.2</i> выделять продукты метаболизма из культуральной жидкости и клеток продуцента методами экстракции, осаждения, ионного обмена и ультраконцентрирования; осуществлять контроль содержания целевого компонента в полупродуктах, получаемых на отдельных технологических стадиях.
владеть		<i>ИПК – 1.3</i> методами выделения и очистки целевых продуктов биосинтеза.	

Место дисциплины в структуре основной образовательной программы

Дисциплина опирается на ранее изученные дисциплины: «Основы технологии культивирования и масштабирования микроорганизмов, клеточных культур, вирусов», «Общая биотехнология», «Биоорганическая химия», «Органическая химия», «Аналитическая химия», «Инструментальные методы анализа в биотехнологии», «Процессы и аппараты биотехнологии» и используется при изучении дисциплины «Промышленная технология готовых лекарственных форм», а также в период прохождения учебной и производственной практик и выполнения выпускной квалификационной работы.

2 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам аудиторных занятий

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Трудоемкость, час.			
		Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Всего аудиторных занятий
Семестр 6					
1	Отделение биомассы от культуральной жидкости. Концентрирование и высушивание биопрепаратов	20	18	8	46
2	Экстракционные методы выделения продуктов метаболизма.	20	12	4	36
Всего в семестре 6		40	30	12	82
Семестр 7					
3	Сорбционные методы выделения продуктов биосинтеза	20	30	8	58
4	Мембранные методы в биотехнологии.	18		4	22
Всего в семестре 7		38	30	12	80
Итого		78	60	24	162

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
"Ярославский государственный технический университет"

УТВЕРЖДАЮ

Проректор ЯГТУ

В.А. Голкина

(подпись, И. О. Фамилия)

"21" 02 2022г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

Основные методы выделения, очистки, концентрирования целевых продуктов биотехнологического производства

Направление подготовки: 19.03.01 «Биотехнология»

Направленность (профиль) программы «Фармацевтическая биотехнология»

Квалификация (степень): бакалавр

Блок программы: Дисциплины (модули)

Часть программы: Часть Блока 1, формируемая участниками образовательных
отношений

Форма обучения: очная

Семестр(ы) 6,7

Институт (обеспечивающий) Институт химии и химической технологии

Кафедра «Химическая технология биологически активных веществ и полимер-
ных композитов»

Институт (выпускающий) Институт химии и химической технологии

Ярославль 2022

Реквизиты рабочей программы

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавра, а также в соответствии с рабочим учебным планом (регистрационный номер 19.03.01 БТ - 2022).

Программу разработал(и) преподаватель(и) кафедры «Химическая технология биологически активных веществ и полимерных композитов»

д-р хим. наук, профессор

Кебер

/ Н.П. Герасимова /

Рабочая программа рассмотрена и одобрена

на заседании кафедры «Химическая технология биологически активных веществ и полимерных композитов»

" 28 " 01 2022г., протокол № 6.

Заведующий кафедрой

(подпись)

С.В. Гудков

(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО

Заведующий выпускающей кафедрой

(подпись)

С.В. Гудков

(расшифровка подписи)

" 18 " 02 2022г.

Директор института химии
и химической технологии

(подпись)

Г.В. Рыбина

(расшифровка подписи)

" 21 " 02 2022г.

Регистрационный код программы

7369

Отдел контроля и мониторинга

учебного процесса ЯГТУ

Зорина
(подпись)

К.Г. Зорина
(расшифровка подписи)

Цели, задачи и результаты освоения дисциплины, ее место в структуре основной образовательной программы

1.1 Цели и задачи дисциплины

Цели дисциплины:

- формирование у студентов представлений о постферментационных стадиях биотехнологического производства;
- знакомство с существующими промышленными методами выделения и очистки биопродуктов.

Задачи дисциплины:

- научить студентов выделять продукты метаболизма из культуральной жидкости;
- ознакомить студентов с экстракционными, сорбционными и мембранными методами выделения и очистки биопродуктов.

1.2 Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Категория	Код и наименование компетенции	Индикаторы компетенций	
Ведение и сопровождение технологического процесса при промышленном производстве	ПК-1 Способность осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом, выбирать технологическое оборудование с учетом производственной мощности, загрузки оборудования и установленных требований для реализации производства лекарственных препаратов. Способен определять трудоемкость технологического процесса и материальный баланс производства лекарственных средств	знать	ИПК – 1.1 важнейшие процессы, протекающие в биореакторах и на стадиях переработки, связанных с выделением и очисткой целевого продукта.
		уметь	ИПК – 1.2 выделять продукты метаболизма из культуральной жидкости и клеток продуцента методами экстракции, осаждения, ионного обмена и ультраконцентрирования; осуществлять контроль содержания целевого компонента в полупродуктах, получаемых на отдельных технологических стадиях.
		владеть	ИПК – 1.3 методами выделения и очистки целевых продуктов биосинтеза.

Место дисциплины в структуре основной образовательной программы

Дисциплина опирается на ранее изученные дисциплины: «Основы технологии культивирования и масштабирования микроорганизмов, клеточных культур, вирусов», «Общая биотехнология», «Биоорганическая химия», «Органическая химия», «Аналитическая химия», «Инструментальные методы анализа в биотехнологии», «Процессы и аппараты биотехнологии» и используется при изучении дисциплины «Промышленная технология готовых лекарственных форм», а также в период прохождения учебной и производственной практик и выполнения выпускной квалификационной работы.

2 Содержание дисциплины

2.1 Распределение общей трудоемкости дисциплины по семестрам, видам занятий и формам контроля¹

Общие сведения				Форма контроля					Контактная работа с преподавателем, час.						Самостоятельная работа, час.			
Курс	Семестр	ЗЕТ (зачетные единицы)	Всего, часов (неделя для практики)	Экзамен	Зачет	Курс. проект	Курс. работа	РЗ, РГР, реф., контр. работа	Всего контактной работы	Инд. работа с преподавателем	Экзамен, включая консультации	Аудиторная работа				Всего	Подготовка к экзамену	Текущая самостоятельная работа
												Всего	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия			
3	6	3	108		+				84	2	0	82	40	12	30	24	0	24
4	7	5	180	+				+	89	0	9	80	38	12	30	91	27	64

2.2 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам аудиторных занятий

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Трудоемкость, час.			
		Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Всего аудиторных занятий
Семестр 6					
1	Отделение биомассы от культуральной жидкости. Концентрирование и высушивание биопрепаратов	20	18	8	46
2	Экстракционные методы выделения продуктов метаболизма.	20	12	4	36
Всего в семестре 6		40	30	12	82
Семестр 7					
3	Сорбционные методы выделения продуктов биосинтеза	20	30	8	58
4	Мембранные методы в биотехнологии.	18		4	22

¹ Таблица 2.1 заполняется в соответствии с учебным планом

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Трудоемкость, час.			
		Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Всего аудиторных занятий
	Всего в семестре 7	38	30	12	80
	Итого	78	60	24	162

2.3 Матрица соответствия разделов дисциплины и осваиваемых компетенций

Шифр компетенции по ФГОС/ матрице компетенций	Содержание компетенции	Номер раздела или темы			
		1	2	3	4
ПК-1	Способность осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом, выбирать технологическое оборудование с учетом производственной мощности, загрузки оборудования и установленных требований для реализации производства лекарственных препаратов. Способен определять трудоемкость технологического процесса и материальный баланс производства лекарственных средств	+	+	+	+

2.4 Содержание лекционных занятий

Номер раздела и темы	Содержание	Трудоемкость, час	
		Лекционных занятий	Самостоятельное изучение темы (для заочной формы обучения)*
	Семестр 6		
1	Отделение биомассы от культуральной жидкости. Концентрирование и высушивание биопрепаратов	20	
1.1	Механические методы отделения биомассы от культуральной жидкости (отстаива-	4	

Номер раздела и темы	Содержание	Трудоемкость, час	
		Лекционных занятий	Самостоятельное изучение темы (для заочной формы обучения)*
	ние, фильтрование, центрифугирование).		
1.2	Немеханические методы - теплотехнические (упаривание, сушка). Дезинтеграция клеток микроорганизмов.	4	
1.3	Способы консервирования биологических препаратов	4	
1.4	Лиофильное высушивание биопрепаратов. Конвективный, контактный, терморрадиационный методы сушки. Метод сушки токами высокой чистоты. Комбинированные методы высушивания.	8	
2	Экстракционные методы выделения продуктов метаболизма	20	
2.1	Традиционные методы экстрагирования продуктов из биомассы	12	
2.2	Экстрагирование «суперкритическими» жидкостями. Жидкофазная центробежная экстракция	8	
	Всего в семестре 6	40	
	Семестр 7		
3	Сорбционные методы выделения продуктов биосинтеза.	20	
3.1	Основные понятия. Ионный обмен.	4	
	Адсорбция микропористыми сорбентами	6	
3.2	Хроматография. Биосорбция. Иммуносорбция	10	
4	Мембранные методы в биотехнологии.	18	
4.1	Микрофильтрация. Диализ.	10	
4.2	Ультрафильтрация. Обратный осмос	8	
	Всего в семестре 7	38	
	Итого	78	

* Объем часов на самостоятельное изучение темы (для заочной формы обучения) должен совпадать с объемом часов в строке 2 таблицы 2.7

2.5 Содержание лабораторного практикума

Номер раздела	Номер и наименование лабораторных работ	Трудо-емкость, час
Семестр __6__		
1	1 Сублимационное высушивание биопрепаратов.	6
2	2,3 Получение безвирусного посадочного материала методом термотерапии в сочетании с культивированием апикальных меристем	12
1	4. Определение плотности суспензионной культуры и оценка ее ростовой активности	6
1	5. Методы дезинтеграции клеток микроорганизмов.	6
Всего в семестре 6		30
Семестр 7		
3	1. Методы очистки белков	6
3	2,3 Лабораторный биосинтез лимонной кислоты микромицетом <i>Aspergillus niger</i>	12
3	4. Получение накопительных культур сенной и картофельной палочек.	6
3	5. Получение и выделение фермента амилазы.	6
Всего в семестре 7		30
-	Итого	60

2.6 Содержание практических занятий (семинаров)

Номер раздела	Номер и тематика практических занятий (семинаров)	Трудо-емкость, час
Семестр 6		
1	1,2 Способы концентрирования и высушивания биопрепаратов.	4
1	3,4 Способы консервирования биопрепаратов.	4
2	5,6 Методы экстрагирования продуктов из биомассы.	4
Всего в семестре 6		12
Семестр 7		
3	1,2 Применение сорбционных методов в биотехнологии.	4
3	3,4 Хроматография: ее виды и области применения.	4
4	5,6 Мембранные методы в биотехнологии: возможности и применение.	4
Всего в семестре		12
-	Итого	24

2.7 Содержание текущей самостоятельной работы²

Содержание работы	Примерная норма трудоемкости, час.	К-во часов или единиц	К-во часов текущей самостоятельности работы
Изучение лекционного материала	0,5 часа на 1 час лекц.	78	39
Самостоятельное изучение темы (для заочной формы обучения) ³			
Подготовка к лабораторным занятиям, оформление отчетов по лабораторным работам	0,5 часа на 1 час лабор. зан.	60	30
Подготовка к практическим (семинарским) занятиям	0,5 часа на 1 час практ. зан.	24	12
Выполнение, оформление и подготовка к защите курсового проекта	54 / 72		
Выполнение, оформление и подготовка к защите курсовой работы	36		
Выполнение, оформление и подготовка к защите расчетного задания, реферата	9		
Выполнение домашних заданий	0,25 ч. на 1 задачу		
Подготовка к текущим контрольным работам, тестированию по теме (разделу)	2 ч. на тему		
Работа с учебной и научной литературой (самостоятельное изучение, конспектирование источников, подготовка обзоров и т.п.)	**		7
Самообучение и самоконтроль с помощью педагогических программных средств	**		
СРС под руководством преподавателя	**		
Другие виды СРС (указать)	**		
Всего	-	-	88

** объем устанавливается кафедрой.

² Объем текущей самостоятельной работы (всего, час.) должен соответствовать таблице 2.1 рабочей программы

³ Объем часов на самостоятельное изучение темы (для заочной формы обучения) должен совпадать с объемом часов в таблице 2.4

4 Оценочные средства контроля освоения компетенций

4.1 Структурная матрица оценочных средств по дисциплине

Вид и форма контроля, оценочные средства по дисциплине	Шифр компетенции по ФГОС ВО/ матрице компетенций ПК-1				
	ПК-1				
1. Текущий контроль по дисциплине					
Собеседование					
Контрольная работа					
Выполнение домашних заданий					
Тестирование по разделам (темам)					
Индивидуальные (групповые) творческие задания					
Защита лабораторных работ	+				
Работа на практических занятиях, семинарах	+				
Выполнение расчетно-графических работ					
Реферат, эссе, доклад					
Другие формы текущего контроля (указать) _____					
2. Итоговый контроль по дисциплине					
Зачет	+				
Экзамен	+				
Курсовая работа (защита)					
Курсовой проект (защита)					
Тестирование итоговое					
Другие формы итогового контроля по дисциплине (указать) _____					

Соответствие видов контроля и оценочных средств осваиваемым компетенциям отмечается в таблице знаком «+»

5 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

	Наименование и местоположение оборудованных учебных аудиторий, лабораторий	Укрупненный перечень оборудования и технических средств обучения
1	Специализированный класс с мультимедийным комплексом Г-608- 613, Г-218 для лекций и проведения практических занятий	Мультимедийный комплекс
2.	Учебная лаборатория А-307	Ламинарный бокс, оптический микроскоп, низкотемпературная морозильная камера, холодильник, инкубатор, лабораторный ферментер, дозатор, чашки Петри, питательные среды, культуры микроорганизмов, химические реактивы и посуда, вытяжной шкаф, электроплитка, счетная камера Горяева.

6 Перечень информационных технологий (включая программное обеспечение)

Для обеспечения образовательного процесса по дисциплине используется следующее лицензионное программное обеспечение

1. **LibreOffice** (Лицензия - GNU LESSER GENERAL PUBLIC LICENSE v3
<http://www.libreoffice.org/>)

7 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Вид учебных занятий	Деятельность обучающегося
Лекция	<p>Обучающемуся рекомендуется:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Вести конспект лекций: кратко излагая содержание материала, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, приводить графики и схемы; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. 2. При записи лекционного материала правильно применять термины, понятия, проверять их с помощью энциклопедии.

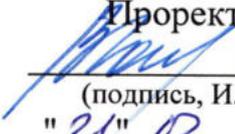
Вид учебных занятий	Деятельность обучающегося
	<p>дий, словарей, справочников с выписыванием толкований.</p> <p>3. Вопросы, термины, материалы лекции, которые вызывают трудности, рассмотреть самостоятельно (поиск ответов в рекомендуемой литературе).</p> <p>4. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на текущих консультациях или после лекции.</p>
Лабораторные занятия	<p>Обучающийся должен:</p> <p>1. При подготовке к выполнению лабораторных работ изучить конспект лекций, ознакомиться с объемом и учебной целью лабораторной работы.</p> <p>2. При выполнении лабораторной работы изучить объем, последовательность выполнения работы и продумать порядок своих действий; изучить технические условия для выполнения каждой работы; ознакомиться с комплектом инструментов, приборов, приспособлений и оборудования для каждой лабораторной работы и порядком их использования при выполнении работ.</p> <p>3. Изучить требования по технике безопасности, которые необходимо выполнять на каждой лабораторной работе.</p> <p>4. При выполнении лабораторной работы следовать указаниям преподавателя и(или) лаборанта, вести соответствующие записи.</p> <p>5. После выполнения лабораторной работы оформить отчет и подготовиться к защите лабораторной работы.</p>
Практические занятия	<p>Обучающийся должен:</p> <p>1. При подготовке к практическим занятиям изучить конспект лекций, соответствующие учебники и учебно-методические пособия.</p> <p>2. На практическом занятии следовать указаниям преподавателя, вести соответствующие записи.</p> <p>3. Завершить выполнение задания на практическом занятии или самостоятельно после его окончания.</p>
Выполнение курсовых работ (проектов), РГР, контрольных работ	<p>Обучающийся должен:</p> <p>1. Получить задание на курсовую работу (проект), контрольную работу, РГР у преподавателя в начале семестра.</p> <p>2. При подготовке к выполнению работы изучить конспект лекций, соответствующие учебники и учебно-методические пособия, ознакомиться с объемом и учебной целью работы; продумать порядок своих действий, распределить время на выполнение работы, консультирование у преподавателя.</p>

Вид учебных занятий	Деятельность обучающегося
	<p>3. Выполнить работу в соответствии с выданным заданием, при необходимости консультируясь с преподавателем.</p> <p>4. Оформить курсовую работу (проект), контрольную работу, РГР в соответствии с требованиями стандартов ЯГТУ.</p> <p>5. Защитить выполненную работу в установленные сроки.</p>
Самостоятельная работа	<p>Обучающемуся рекомендуется:</p> <p>1. Самостоятельно изучить (повторить) конспект лекций, соответствующие учебники и учебно-методические пособия, записи лабораторных и практических занятий.</p> <p>2. Изучить темы, выданные на самостоятельное изучение, по рекомендованным источникам (раздел 3.2 настоящей рабочей программы)</p> <p>3. Выполнять все виды текущей самостоятельной работы, указанные в таблице 2.7 настоящей рабочей программы.</p>
Подготовка к зачету, экзамену	<p>Обучающемуся рекомендуется:</p> <p>1. При подготовке к зачету, экзамену изучить (повторить) конспект лекций, соответствующие учебники и учебно-методические пособия, записи лабораторных и практических занятий.</p> <p>2. Внимательно ознакомиться с вопросами к зачету, экзамену, распределить время на подготовку, консультирование у преподавателя.</p> <p>3. По вопросам, вызвавшим затруднение, проконсультироваться с преподавателем (для экзамена – явка на экзаменационную консультацию обязательна).</p>

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
"Ярославский государственный технический университет"

УТВЕРЖДАЮ

Проректор ЯГТУ

 В.А. Голкина

(подпись, И. О. Фамилия)

" 21 " 02 2022 г.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
дисциплины

Основные методы выделения, очистки, концентрирования целевых
продуктов биотехнологического производства

Направление подготовки: 19.03.01 «Биотехнология»

Направленность (профиль) программы «Фармацевтическая биотехнология»

Квалификация (степень): бакалавр

Блок программы: Дисциплины (модули)

Часть программы: Часть Блока 1, формируемая участниками образовательных
отношений

Форма обучения: очная

Семестр(ы) 6,7

Институт (обеспечивающий) Институт химии и химической технологии

Кафедра «Химическая технология биологически активных веществ и полимер-
ных композитов»

Институт (выпускающий) Институт химии и химической технологии

Ярославль 2022

Реквизиты

Учебно-методическое обеспечение разработано к рабочей программе, составленной в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавра, а также в соответствии с рабочим учебным планом (регистрационный номер 19.03.01 БТ - 2022).

Учебно-методическое обеспечение разработал преподаватель кафедры «Химическая технология биологически активных веществ и полимерных композитов»

д-р хим. наук, профессор

(ученая степень, должность,

Кер

подпись,

/ Герасимова Н.П. /

расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой

(подпись)

Г

С.В. Гудков

(расшифровка подписи)

Директор НТБ ЯГТУ

(подпись)

af

Фуникова Т.Н.

(расшифровка подписи)

" 16 " 02 20 22 г.

Регистрационный код рабочей программы

7369

Отдел контроля и мониторинга учебного процесса ЯГТУ

Зарина
(подпись)

Зарина К. Г.
(расшифровка подписи)

1 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

1 Перечень печатных и электронных изданий, информационных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины:

1.1 Обязательные издания, имеющиеся в НТБ ЯГТУ¹(печатные, электронные издания²):

1. Лысов, П.К. Биология с основами экологии : учебник для студ. естествен-нонауч., техн. и гуманитар, напр, и спец. вузов / П. К. Лысов, А. П. Акифьев, Н. А. Добротина. - М. : Высш. шк., 2007. - 655 с. (31 экз.)

2. Егорова, Т.А. Основы биотехнологии: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по спец. "Биология" / Т. А. Егорова, С. М. Клунова, Е. А. Живухина. - 3-е изд., стер. - М. : Академия, 2006. - 208 с. (29 экз.)

3. Яманина, Н.С. Основы биотехнологии : учеб.-метод, пособие / Н. С. Яманина, О. П. Филиппова, Н. Л. Гурылева ; Яросл. гос. техн. ун-т, Каф. "Охрана труда и природы". - Ярославль : ИД ЯГТУ, 2015. - 119 с. (29 экз.)

1.2 Профессиональные базы и информационно-справочные системы (например, e-Library, Техэкперт, Консультант плюс и др.)

1. www.studentlibrary.ru

2. e-Library [www,e-library.ru](http://www.e-library.ru)

3. ВИНТИ РАН www.viniti.ru

Примечание: Перечень профессиональных баз и информационно-справочных систем можно посмотреть по адресу: <http://corv.vst~u.ru:39445/marc/ebs.php> (из внешней сети)

<http://biblio.vstu/marc/ebs.php> (из локальной сети вуза)

1.3 Рекомендуемые для самостоятельного изучения (не обязательные) издания и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет

1. Комов, В.П. Биохимия : учебник для акад. бакалавриата (студ. вузов, обуч. по напр. 655500 "Биотехнология") / В. П. Комов, В. Н. Шведова ; С.-Петербур. гос. хим.-фарм. акад. ; под общ. ред. В. П. Комова. - 4-е изд., испр. и доп. - М. : Юрайт, 2014. - 640 с.

¹ Необходимо указать количество экземпляров печатных из числа имеющихся в НТБ ЯГТУ. Поиск изданий в электронном каталоге библиотеки: <http://biblio.vstu/megapro/Web> (из локальной сети вуза), <http://corv.vstu.ru:39445/megapro/Web> (из внешней сети)

² Перечень электронных изданий в ЭБС, на которые есть подписка ЯГТУ, можно посмотреть по адресу: <http://corv.vstu.ru:39445/marc/ebs.php> (из внешней сети); <http://biblio.vstu/marc/ebs.php> (из локальной сети вуза)

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Ярославский государственный технический университет»

Кафедра «Химическая технология биологически активных веществ
и полимерных композитов»

«УТВЕРЖДАЮ»:

Заведующий кафедрой

/С.В. Гудков/

28 01 2022 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДИСЦИПЛИНЫ

Основные методы выделения, очистки, концентрирования целевых
продуктов биотехнологического производства

Направление подготовки: 19.03.01 «Биотехнология»
(шифр и наименование направления)

Направленность (профиль) программы: «Фармацевтическая биотехнология»

Форма обучения: очная

Авторы/разработчики ФОСД:

Герасимова Н.П., д.х.н., доцент Герасимова / _____ / 16.02.2022
(подпись) (дата)

Рассмотрено на заседании кафедры «Химическая технология биологически
активных веществ и полимерных композитов»,

протокол № 6 от " 28 " 01 _____ 2022 г.

Рег. код рабочей программы

7369

Рег. код ФОСД 6380

Отдел контроля и мониторинга учебного процесса ЯГТУ Зорина / Зорина К.Г.
(подпись)

Ярославль 2022 г.

1 Общие сведения о дисциплине¹

1.1 Распределение общей трудоемкости дисциплины по семестрам, видам занятий и формам контроля²

Общие сведения				Форма контроля					Контактная работа с преподавателем, час.						Самостоятельная работа, час.			
									Аудиторная работа			Самостоятельная работа						
Курс	Семестр	ЗЕТ (зачетные единицы)	Всего, часов (неделя для практики)	Экзамен	Зачет	Курс. проект	Курс. работа	РЗ, РГР, реф., контр. работа	Всего контактной работы	Инд. работа с преподавателем	Экзамен, включая консультации	Всего	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Всего	Подготовка к экзамену	Текущая самостоятельная работа
3	6	3	108		+				84	2	0	82	40	12	30	24	0	24
4	7	5	180	+					89	0	9	80	38	12	30	91	27	64

1.2 Перечень разделов (тем) дисциплины³

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины
1	Отделение биомассы от культуральной жидкости. Концентрирование и высушивание биопрепаратов
2	Экстракционные методы выделения продуктов метаболизма
3	Сорбционные методы выделения продуктов биосинтеза
4	Мембранные методы в биотехнологии.

¹ Раздел заполняется в соответствии с учебным планом и рабочей программой по учебной дисциплине

² Таблица заполняется в соответствии с п.2.1 рабочей программы

³ Таблица заполняется в соответствии с п.2.2 рабочей программы

1.3 Матрица соответствия разделов дисциплины и осваиваемых компетенций⁴

Шифр компетенции по ФГОС (матрице компетенций)	Содержание компетенции	Индикаторы (шифр, содержание)	Номер раздела или темы			
			1	2	3	4
ПК-1	Способность осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом, выбирать технологическое оборудование с учетом производственной мощности, загрузки оборудования и установочных требований для реализации производства лекарственных препаратов. Способен определять трудоемкость технологического процесса и материальный баланс производства лекарственных средств	<i>ИПК – 1.1</i> знать важнейшие процессы, протекающие в биореакторах и на стадиях переработки, связанных с выделением и очисткой целевого продукта.				
		<i>ИПК – 1.2</i> уметь выделять продукты метаболизма из культуральной жидкости и клеток продуцента методами экстракции, осаждения, ионного обмена и ультраконцентрирования; осуществлять контроль содержания целевого компонента в полупродуктах, получаемых на отдельных технологических стадиях.		+		
		<i>ИПК – 1.3</i> владеть методами выделения и очистки целевых продуктов биосинтеза.			+	+

Данная таблица отражает перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины.

⁴ Таблица заполняется в соответствии с п.2.3 рабочей программы

2 Контрольно-измерительные и оценочные материалы

2.1 Перечень используемых форм контроля, контрольно-измерительных и оценочных материалов

Номера разделов	Формы контроля, контрольно-измерительные и оценочные материалы												
	Оценочные материалы для собеседования	Оценочные материалы для контрольных работ	Оценочные материалы для самостоятельной (домашней) работы	Тестовые задания	Оценочные материалы для практических занятий	Оценочные материалы для лабораторных работ	Оценочные материалы для индивидуальных (групповых) творческих работ	Оценочные материалы для курсовых работ (проектов)	Оценочные материалы для РГР	Оценочные материалы для рефератов, эссе	Оценочные материалы для зачета	Оценочные материалы для экзамена	Прочие виды оценочных материалов
Компетенция (ПК-1)													
1					+	+					+	+	
2					+	+					+	+	
3					+	+					+	+	
4					+	+					+	+	

В Таблице знаком «+» указываются применяемые преподавателем формы контроля и оценочные средства, указанные в п.4.1 рабочей программы

2.2 Контрольно-измерительные и оценочные материалы

Далее приводится описание указанных в таблице 2.1 контрольно-измерительных и оценочных материалов, применяемых критериев оценки и оценочных шкал.

Вопросы

для собеседования / контрольных работ / защиты лабораторных и практических работ / самостоятельной (домашней) работы

Раздел (тема) 1 Отделение биомассы от культуральной жидкости. Концентрирование и высушивание биопрепаратов

Компетенция ПК-1 Способность осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом, выбирать технологическое оборудование с учетом производственной мощности, загрузки оборудования и установленных требований для реализации производства лекарственных препаратов. Способен определять трудоемкость технологического процесса и материальный баланс производства лекарственных средств

Индикатор компетенции ИПК – 1.1 важнейшие процессы, протекающие в биореакторах и на стадиях переработки, связанных с выделением и очисткой целевого продукта.

(шифр, содержание)

Вопросы:

1. Постферментационные стадии биотехнологического процесса.
2. На какие группы делят продукты, получаемые в процессах, основанных на жизнедеятельности микроорганизмов?
3. Какие Вам известны методы отделения биомассы от культуральной жидкости?
4. Какими методами осуществляют дезинтеграцию клеток?
5. Какие Вам известны методы выделения продуктов метаболизма и синтеза?
6. Очистка продукта. Концентрирование продукта. Применяемые методы.
7. Какие методы используют для осаждения ферментных препаратов?
8. Какие методы используют для получения высокоочищенных препаратов медицинского назначения?
9. Каковы технологические особенности проведения стадии сушки в производстве ферментных препаратов?
10. Назовите варианты процессов, осуществляющих стадию разделения жидкости и биомассы.

11. Назовите процессы, используемые при очистке биопродукта от примесей.
12. Перечислите процессы, используемые на стадиях выделения внеклеточных и внутриклеточных продуктов метаболизма.
13. Какие процессы применяют для концентрирования биопродуктов?
- 14.3. Каково основное назначение дезинтеграции клеток микроорганизмов?
15. Поясните отличие дезинтеграции от стерилизации и измельчения.

Раздел (тема) 2 Экстракционные методы выделения продуктов метаболизма

Компетенция ПК-1 Способность осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом, выбирать технологическое оборудование с учетом производственной мощности, загрузки оборудования и установленных требований для реализации производства лекарственных препаратов. Способен определять трудоемкость технологического процесса и материальный баланс производства лекарственных средств

(шифр, содержание)

Индикатор компетенции ИПК – 1.2 выделять продукты метаболизма из культуральной жидкости и клеток продуцента методами экстракции, осаждения, ионного обмена и ультраконцентрирования; осуществлять контроль содержания целевого компонента в полупродуктах, получаемых на отдельных технологических стадиях.

(шифр, содержание)

Вопросы:

1. Что такое баллистическая дезинтеграция? Назовите ее достоинства и недостатки.
2. Что такое декомпрессионная дезинтеграция? Назовите движущую силу этого процесса.
3. Что является причиной разрушения клеток при экструзионной дезинтеграции?
4. За счет каких факторов происходит дезинтеграция клеток при их замораживании и последующем оттаивании?
5. Какие методы дезинтеграции наиболее эффективны в крупномасштабном промышленном производстве?

6. Что такое стандартизация ферментных препаратов и как ее осуществляют?
7. История развития метода клеточной и тканевой инженерии растений.
8. Каллусные культуры растений.
9. Суспензионные культуры растений.
10. Клональное микроразмножение растений и его практическое применение.
11. Каковы особенности клеточных стенок бактерий, дрожжей, грибов, животных и растительных клеток?
12. Назовите виды клеток в порядке возрастания чувствительности к механическим воздействиям.
13. Что такое баллистическая дезинтеграция? Назовите ее достоинства и недостатки.
14. Что такое декомпрессионная дезинтеграция? Назовите движущую силу этого процесса.
15. Что является причиной разрушения клеток при экструзионной дезинтеграции?
16. За счет каких факторов происходит дезинтеграция клеток при их замораживании и последующем оттаивании?
17. Какие методы дезинтеграции наиболее эффективны в крупномасштабном промышленном производстве?
18. Какие проблемы производства лекарственных средств решаются при использовании культур клеток растений?
19. Какова специфика растительных клеток, определяющих условия их культивирования при получении лекарственных средств?
20. Каковы особенности роста растительных клеток в культурах и как это влияет на выход конечного продукта?
21. Каковы преимущества иммобилизации растительных клеток при получении на их основе лекарственных веществ?
22. Какие основные методы получения трансгенных растений существуют?
23. Могут ли трансгенные растения использоваться для получения лекарственных средств?
24. Экстракционные методы выделения продуктов метаболизма.
25. Традиционные методы экстрагирования продуктов из биомассы.

26. Экстрагирование «суперкритическими» жидкостями. Жидкофазная центробежная экстракция.

Раздел (тема)3, 4 Сорбционные методы выделения продуктов биосинтеза.
Мембранные методы в биотехнологии

Компетенция ПК-1 Способность осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом, выбирать технологическое оборудование с учетом производственной мощности, загрузки оборудования и установленных требований для реализации производства лекарственных препаратов. Способен определять трудоемкость технологического процесса и материальный баланс производства лекарственных средств

Индикатор компетенции ИПК – 1.3 владеть методами выделения и очистки целевых продуктов биосинтеза.

Вопросы:

1. Назовите основные разновидности сорбционных методов выделения продуктов микробиологического синтеза.
2. Что является движущей силой процесса ионного обмена?
3. По каким принципам выбирают размер гранул ионообменной смолы?
4. Чем отличаются ионообменные колонны в виде открытого и закрытого фильтров?
5. Назовите термины, используемые для участвующих в процессе ионного обмена веществ на стадиях сорбции и десорбции.
6. Можно ли использовать ионообменное выделение продукта непосредственно из суспензии микроорганизмов?
7. Укажите преимущества и недостатки такого процесса.
8. Чем отличаются жидкие ионообменники от жидкофазных экстрагентов?
9. Чем отличается адсорбция микропористыми сорбентами от ионного обмена?
10. Какая основная характеристика используется для оценки качества микропористых сорбентов?
11. Чем хроматография отличается от десорбции? Какие существуют разновидности хроматографии?

12. Перечислите преимущества и недостатки хроматографии при выделении продуктов микробиологического синтеза.
13. Назовите основные механизмы биосорбции металлов.
14. Расскажите о разновидностях биосорбции металлов: с деструкцией и с регенерацией клеток микроорганизмов.
16. Назовите основные мембранные методы, используемые в биотехнологии.
17. В чем состоят особенности использования процессов микрофльтрации для стерилизации сред жидкофазных компонентов?
18. Расскажите о тангенциальной фильтрации — основном приеме при использовании мембранных методов. Что он дает?
18. Что такое диафильтрация, какие задачи решаются с помощью этого процесса?
19. Что является движущей силой процесса диализа? Какие мембраны используют при диализе? Перечислите недостатки процесса диализа.
20. Электродиализ: для каких целей этот процесс предназначен?
21. Ультрафильтрация: движущая сила процесса, для каких задач используется?

Критерии оценки:

- владение терминологией дисциплины;
- умение грамотно интерпретировать теоретический материал, давать пояснения (примеры), использовать различные формы мыслительной деятельности (анализ, синтез, оценивание, сравнение, обобщение и т.п.);
- грамотная, лаконичная, доступная и понятная речь и др.

Оценочная шкала

Оценка "**Зачтено**" выставляется студенту, если студент уверенно знает материал, по существу и грамотно излагает его, допуская незначительные неточности в ответах, понимает сущность фактов, явлений и процессов, достаточно уверенно владеет понятийным аппаратом, с помощью преподавателя может привести практические примеры.

Оценка "**Не зачтено**" выставляется студенту, если студент не знает и не понимает значительную часть учебного материала; имеет разрозненные, бессистемные знания, не ориентируется в материале, не владеет понятийным аппаратом, искажает смысл определений, беспорядочно и неуверенно излагает ответ; допускает существенные ошибки

Вопросы для экзамена / зачета

Типовые вопросы:

1. Методологические подходы к выделению и очистке биологически активных веществ.
2. Разработка стратегии выделения целевых продуктов.
3. Методы выделения и концентрирования.
4. Особенности сушки биотехнологической продукции.
5. Механические методы отделения биомассы от культуральной жидкости (отстаивание, фильтрование, центрифугирование).
6. Немеханические методы - теплотехнические (упаривание, сушка).
7. Дезинтеграция клеток микроорганизмов.
8. Способы консервирования биологических препаратов.
9. Лиофильное высушивание биопрепаратов. Конвективный, контактный, терморadiационный методы сушки.
10. Метод сушки токами высокой чистоты. Комбинированные методы высушивания.
11. Экстракционные методы выделения продуктов метаболизма.
12. Традиционные методы экстрагирования продуктов из биомассы .
13. Экстрагирование «суперкритическими» жидкостями. Жидкофазная центробежная экстракция.
14. Сорбционные методы выделения продуктов биосинтеза.
15. Ионный обмен. Основные понятия.
16. Адсорбция микропористыми сорбентами.
17. Хроматография. Биосорбция. Иммуносорбция.
18. Мембранные методы в биотехнологии.
19. Микрофильтрация. Диализ.
20. Ультрафильтрация. Обратный осмос.

21. Назовите основные разновидности сорбционных методов выделения продуктов микробиологического синтеза.
22. Что является движущей силой процесса ионного обмена?
23. По каким принципам выбирают размер гранул ионообменной смолы?
24. Чем отличаются ионообменные колонны в виде открытого и закрытого фильтров?
25. Назовите термины, используемые для участвующих в процессе ионного обмена веществ на стадиях сорбции и десорбции.
26. Можно ли использовать ионообменное выделение продукта непосредственно из суспензии микроорганизмов? Укажите преимущества и недостатки такого процесса.
27. Чем отличаются жидкие ионообменники от жидкофазных экстрагентов?
28. Чем отличается адсорбция микропористыми сорбентами от ионного обмена?
29. Какая основная характеристика используется для оценки качества микропористых сорбентов?
30. Чем хроматография отличается от десорбции? Какие существуют разновидности хроматографии?
31. Перечислите преимущества и недостатки хроматографии при выделении продуктов микробиологического синтеза.
32. Назовите основные механизмы биосорбции металлов.
33. Расскажите о разновидностях биосорбции металлов: с деструкцией и с регенерацией клеток микроорганизмов.
34. Назовите основные мембранные методы, используемые в биотехнологии.
35. В чем состоят особенности использования процессов микрофильтрации для стерилизации сред жидкофазных компонентов?
36. Расскажите о тангенциальной фильтрации — основном приеме при использовании мембранных методов.
37. Что такое диафильтрация, какие задачи решаются с помощью этого процесса?

38. Что является движущей силой процесса диализа?
39. Какие мембраны используют при диализе? Перечислите недостатки процесса диализа.
40. Электродиализ: для каких целей этот процесс предназначен?
41. Ультрафильтрация: движущая сила процесса, для каких задач используется?

Шифр и содержание компетенции	Индикатор компетенции (шифр, содержание)	Номера вопросов (из представленного списка)
ПК-1 Способность осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом, выбирать технологическое оборудование с учетом производственной мощности, загрузки оборудования и установленных требований для реализации производства лекарственных препаратов. Способен определять трудоемкость технологического процесса и материальный баланс производства лекарственных средств	<i>ИПК – 1.1</i> знать важнейшие процессы, протекающие в биореакторах и на стадиях переработки, связанных с выделением и очисткой целевого продукта.	1-7, 9,10, 25-26
	<i>ИПК – 1.2</i> уметь выделять продукты метаболизма из культуральной жидкости и клеток продуцента методами экстракции, осаждения, ионного обмена и ультраконцентрирования; осуществлять контроль содержания целевого компонента в полупродуктах, получаемых на отдельных технологических стадиях.	27-41, 8 , 21
	<i>ИПК – 1.3</i> владеть методами выделения и очистки целевых продуктов биосинтеза.	22-24,11-20

Критерии оценки:

- владение терминологией дисциплины;
- умение грамотно интерпретировать теоретический материал, давать пояснения (примеры), использовать различные формы мыслительной деятельности (анализ, синтез, оценивание, сравнение, обобщение и т.п.);
- грамотная, лаконичная, доступная и понятная речь и др.

Оценочная шкала

Оценка "**Отлично**" выставляется, если студент глубоко и прочно усвоил учебный материал, полностью владеет понятийным аппаратом, последовательно, четко, логически стройно и грамотно его излагает, выявляет причинно-следственные связи, находит и приводит убедительные аргументы, интегрирует знания из новых или междисциплинарных областей, приводит практические примеры

Оценка "**Хорошо**" выставляется, если студент уверенно знает материал, по существу и грамотно излагает его, допуская незначительные неточности в ответах, понимает сущность фактов, явлений и процессов, достаточно уверенно владеет понятийным аппаратом, с помощью преподавателя может привести практические примеры. Однако системное интегрированное знание дается ему с трудом. Студент, как правило, не использует в своем ответе знания, извлеченные из других дисциплин, для пояснения заданного вопроса.

Оценка "**Удовлетворительно**" выставляется, если студент владеет минимально необходимыми знаниями учебного материала (без усвоения его деталей); допускает неточности, указывающие на недостаточное понимание структуры и содержания учебного материала, нарушение логики изложения материала, полноты и адекватности выводов, с затруднением отвечает на дополнительные вопросы

Оценка "**Неудовлетворительно**" выставляется, если студент не знает и не понимает значительную часть учебного материала; имеет разрозненные, бессистемные знания, не ориентируется в материале, не владеет понятийным аппаратом, искажает смысл определений, беспорядочно и неуверенно излагает ответ; допускает существенные ошибки.

3 Методические материалы⁵

1.1 Общие сведения о выборе структуры ФОСД

Основной частью контрольно-измерительных и оценочных материалов в составе ФОСД являются компетентностно-ориентированные задания (КОЗ), позволяющие оценить степень достижения следующих категорий образовательных целей «Знание», «Понимание», «Применение», «Анализ», «Синтез», «Оценка».

Категория **Знание** предполагает выполнение обучающимся простых действия по запоминанию и воспроизведению изученного материала. Общая черта данной категории – припоминание обучающимся соответствующих сведений (терминологии, классификаций и категорий, конкретных фактов, методов и процедур, основных понятий, правил и принципов), выбор объекта деятельности и выявление закономерностей, связанных с объектом ситуации, определение местонахождения конкретных элементов информации. При этом информация воспроизводится практически в том же виде, в котором была получена.

Категория **Понимание** характеризуется постановкой проблем, связанных с объектом исследования (изучения), передачей идеи каким-либо способом. Студент понимает факты, правила и принципы, преобразует (трансформирует) учебный материал из одной формы выражения в другую (например, словесный материал в математические выражения), интерпретирует материал, схемы, графики, диаграммы, вытекающие из имеющихся данных и т.п.; объясняет, прогнозирует дальнейшее развитие явлений, событий; раскрывает связи между идеями, фактами, определениями или ценностями.

Категория **Применение** предполагает использование обучающимся знаний из различных областей для решения проблем и их исследования. Контрольные задания данной категории характеризуются простотой действий, которые обозначают умение обучающегося использовать изученный материал в конкретных условиях и в новых практических ситуациях, демонстрировать правильное применение метода или процедуры, соблюдать принципы, правила и законы. Результат обучения предполагает более высокий уровень владения материалом, подразумевает применение обучающимся нестандартных ответов и поиск решений.

Категория **Анализ** подразумевает выполнение обучающимся сложных действий (деятельности), характеризующих комплексные умения проводить различия между фактами и предположениями, формулировать задачи на основе анализа ситуации. Студент должен быть способен расчленять информацию на составные части, анализировать элементы, соотношения, выявлять взаимосвязи между ними, выделять скрытые или неявные предположения, видеть ошибки в логике рассуждений, проводить разграничения между фактами и следствиями, определять причины, последствия, мотивы, приходиться к определенным умозак-

⁵ Раздел 3 ФОСД заполняется преподавателем самостоятельно с использованием рекомендаций настоящего приложения

лучениям. Контрольные задания для данной категории образовательных целей требуют осознания обучающимся как содержания учебного материала, так и его структуры, внутреннего строения.

Категория **Синтез** подразумевает обоснование и представление обучающимся выбранного способа решения задачи, демонстрацию того, как идея или продукт могут быть изменены, творческое решение проблем на основе оригинального мышления, создание из различных идей нового или уникального продукта или плана. Студент проявляет сложные действия (деятельность), характеризующие комплексные умения комбинировать элементы для получения целого, обладающего новизной (готовит доклад, пишет научную работу, предлагает план эксперимента, действий, решения проблемы, интерпретирует и прогнозирует результаты, преобразует информацию из разных источников), т.е. выполняет деятельность творческого характера. Контрольные задания для данной категории образовательных целей дают возможность использовать собственные знания и опыт обучающегося для творческого решения проблемы.

Категория **Оценка (оценивание)** предполагает выполнение обучающимся сложных действий, которые характеризуют его способность оценивать роль или значение какого-либо утверждения, явления, объекта, экспериментальных или теоретических данных для конкретной цели на основе четких, заранее заданных критериев – внутренних (структурных, логических) и внешних, выявляющих соответствие намеченной цели. Критерии могут определяться либо самим студентом, либо задаваться ему извне (например, преподавателем). Студент оценивает логику построения материала в форме письменного текста, схемы или алгоритма, качество собственных идей и возможных последствий принятого решения (как позитивных, так и негативных), прогнозирует развитие ситуации, выявляет значение материала или идеи для данной конкретной цели на основе критериев или стандартов, соответствие выводов имеющимся данным, значимость полученных данных, результатов и т.д. При этом возможно получение неоднозначных ответов, что, как правило, не позволяет использовать средства автоматизированного контроля образовательных результатов.

В табл. 3.1 приведены обобщенные сведения о применимости различных структур КОЗ для разных видов и форм контроля по дисциплине.

Таблица 3.1 – Соответствие структуры КОЗ в составе ФОСД категориям образовательных целей, видам и формам контроля

Вид контро-ля	Категория образовательных целей, формы контроля					
	Знание	Понимание	Применение	Анализ	Синтез	Оценка
				<i>Творчество</i>		
Текущий кон-троль	Тестовые задания по лекционному материалу. Тестовые задания по лабораторным и практическим занятиям. Вопросы для собеседования (устного опроса). Вопросы для контрольных работ Вопросы для самостоятельной (домашней) работы		Оценочные материалы для выполнения и защиты расчетно-графической работы (реферата, эссе), контрольных работ для заочной формы обучения Контрольные задания (задачи) для практических работ и лабораторных Контрольные задачи для самостоятельной (домашней) работы	Контрольные задания для курсовой работы (проекта) Оценочные материалы для индивидуальных (групповых) творческих работ . Прочие виды контрольных заданий на анализ, синтез, оценку		
Итоговый контроль по дисциплине	Вопросы для экзамена или зачета по дисциплине Вопросы для защиты курсовой работы (проекта)		Контрольные задания (задачи) для экзамена или зачета	Прочие виды контрольных заданий на анализ, синтез, оценку (для защиты КР, КП, экзамена или зачета)		

В зависимости от содержания дисциплины, форм контроля по учебному плану и рабочей программе по дисциплине и других факторов преподаватель может выбрать указанные в таблице 3.1 или дополнительные (дидактически эквивалентные) формы контроля.

3.2 Процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

Этапы формирования компетенций отражены в таблице 1.3 ФОСД «Матрица соответствия разделов дисциплины и осваиваемых компетенций».

Оценка компетенций осуществляется на всех этапах их формирования при осуществлении текущего и итогового контроля по дисциплине с применением контрольно-измерительных и оценочных материалов, представленных в ФОСД. Критерии оценки и оценочная шкала приведены для различных видов контрольно-измерительных материалов в составе ФОСД.

Уровень сформированности компетенций оценивается в рамках итогового контроля по учебной дисциплине в следующей шкале:

«Базовый» - соответствует академической оценке «удовлетворительно», «зачтено»;

«Нормальный» - соответствует академической оценке «хорошо»;

«Повышенный» - соответствует академической оценке «отлично».

Общие рекомендации по критериям оценки уровня учебных достижений и уровня сформированности компетенций, а также по применению и использованию оценочных шкал приведены в П ЯГТУ 02.02.05 – 2016.