

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ С.А. ЕСЕНИНА»

Утверждаю:

Декан естественно-географического
факультета



С.В. Жеглов

«30» августа 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОИЗВОДСТВ

Уровень основной профессиональной образовательной программы
бакалавриат

Направление подготовки 06.03.01 - Биология

Направленность (профиль) подготовки Биоинженерия и биотехнология

Форма обучения Очная

Сроки освоения ОПОП Нормативный (4 года)

Факультет (институт) Естественно-географический

Кафедра Биологии и методики ее преподавания

Рязань, 2019

ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Процессы и аппараты биотехнологических производств» является формирование знаний об основных процессах на биотехнологическом производстве; формирование умений рассчитывать потребность производства в аппаратах, умений по расчету массообмена, газообмена, теплообмена; формирование знаний в области определения критических параметров производства.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВУЗА

2.1. Дисциплина Процессы и аппараты биотехнологических производств относится к базовой части Блока 1 (Б1.Б.18).

2.2. Для изучения данной дисциплины необходимы следующие предшествующие дисциплины:

Введение в биотехнологию
Микробиология, вирусология
Средства и методы воздействия на биологический объект

2.3. Перечень последующих дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной дисциплиной:

Метрология, стандартизация и сертификация на предприятиях биотехнологической отрасли

2.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине , соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

Изучение данной дисциплины направлено на формирование у обучающихся общекультурных (ОК) и общепрофессиональных (ОПК) компетенций:

№ п/п	Номер/индекс компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине В результате изучения дисциплины обучающиеся должны:		
			Знать	Уметь	Владеть (навыками)
1	2	3	4	5	6
1.	ОПК-6	Способностью применять современные экспериментальные методы работы с биологическими объектами в полевых и лабораторных условиях, навыки работы с современной аппаратурой	1. Технологические стадии производства целевых продуктов и физических процессов их реализующих на уровне воспроизведения 2. Основные теории, концепции и принципы в избранной области деятельности 3. Основы и перспективы развития биотехнологии.	1. Разрабатывать алгоритмы расчетов физических процессов 2. Выполнять решение алгоритмов расчетов физических процессов 3. Использовать основные теории, концепции и принципы в избранной области деятельности	1. Постановки задач исследований 2. Реализации задач при проведении экспериментов 3. Использования основных теорий, концепций и принципов в избранной области деятельности на практике
2.	ПК-1	способностью эксплуатировать современную аппаратуру и оборудование для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных биологических работ	1. Машинно-аппаратурные схемы биотехнологических производств 2. Основные аппараты и оборудование биотехнологических производств 3. Фундаментальные и прикладные разделы специальных дисциплин	1. Определять пути совершенствования технологического оборудования 2. Решать сложные и перспективные современные биотехнологические задачи 3. Выбирать необходимое оборудование для различных биотехнологических производств	1. Работы на лабораторном оборудовании 2. Работы с приборами, которые используются при оформлении различных схем биотехнологического производства 3. Использования теоретических знаний на практике
3.	ПК-5	готовностью использовать нормативные	1. Современные тенденции развития биотехнологических производств	1. Проводить технические расчеты процессов биотехнологических производств	1. Работы со справочной, реферативной, патентной и технической литературой, а также с реферативными

		документы, определяющие организацию и технику безопасности работ, способность оценивать биобезопасность продуктов биотехнологических и биомедицинских производств	2. Технику безопасности при работе с биологическими объектами. 3. Содержание нормативных документов, определяющих организацию работ.	2. Проводить технические расчеты аппаратов и машин биотехнологических производств 3. Использовать нормативные документы при организации работ	журналами 2. Работы с биологическими объектами. 3. Навыками оценки биобезопасности продуктов биотехнологических и биомедицинских производств
--	--	---	---	--	--

2.5 Карта компетенций дисциплины

КАРТА КОМПЕТЕНЦИЙ ДИСЦИПЛИНЫ					
НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ Биотехнологии в пищевой промышленности					
Цель дисциплины	формирование знаний об основных процессах на биотехнологическом производстве; формирование умений рассчитывать потребность производства в аппаратах, умений по расчету массообмена, газообмена, теплообмена; формирование знаний в области определения критических параметров производства.				
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие					
Общепрофессиональные компетенции:					
КОМПЕТЕНЦИИ		Перечень компонентов	Технологии формирования	Форма оценочного средства	Уровни освоения компетенции
ИНДЕКС	ФОРМУЛИРОВКА				
ОПК-6	способностью применять современные экспериментальные методы работы с биологическими объектами в полевых и лабораторных условиях, навыки работы с современной аппаратурой	Знать: 1. Технологические стадии производства целевых продуктов и физических процессов их реализующих на уровне воспроизведения 2. Основные теории, концепции и принципы в избранной области деятельности 3. Основы и перспективы развития биотехнологии. Уметь: 1. Разрабатывать алгоритмы расчетов физических процессов 2. Выполнять решение	Лекции Семинар Самостоятельная работа	Доклад Собеседование по теме семинара, реферат Экзамен	ПОРОГОВЫЙ Знать: 1. Технологические стадии производства целевых продуктов и физических процессов их реализующих на уровне воспроизведения 2. Основные теории, концепции и принципы в избранной области деятельности Уметь: 1. Разрабатывать алгоритмы расчетов физических процессов 2. Выполнять решение алгоритмов расчетов

		<p>алгоритмов расчетов физических процессов</p> <p>3. Использовать основные теории, концепции и принципы в избранной области деятельности</p> <p>Владеть (навыками):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Постановки задач исследований 2. Реализации задач при проведении экспериментов 3. Использования основных теорий, концепций и принципов в избранной области деятельности на практике 			<p>физических процессов</p> <p>Владеть (навыками):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Постановки задач исследований 2. Реализации задач при проведении экспериментов <p>ПОВЫШЕННЫЙ</p> <p>Знать:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Технологические стадии производства целевых продуктов и физических процессов их реализующих на уровне воспроизведения 2. Основные теории, концепции и принципы в избранной области деятельности 3. Основы и перспективы развития биотехнологии. <p>Уметь:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Разрабатывать алгоритмы расчетов физических процессов 2. Выполнять решение алгоритмов расчетов физических процессов 3. Использовать основные теории, концепции и принципы в избранной области деятельности <p>Владеть (навыками):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Постановки задач исследований 2. Реализации задач при проведении экспериментов 3. Использования основных теорий, концепций и принципов в избранной области деятельности на практике
--	--	--	--	--	---

ПК-1	<p>способностью эксплуатировать современную аппаратуру и оборудование для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных биологических работ</p>	<p>Знать:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Машинно-аппаратурные схемы биотехнологических производств 2. Основные аппараты и оборудование биотехнологических производств 3. Фундаментальные и прикладные разделы специальных дисциплин <p>Уметь:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Определять пути совершенствования технологического оборудования 2. Решать сложные и перспективные современные биотехнологические задачи 3. Выбирать необходимое оборудование для различных биотехнологических производств <p>Владеть (навыками):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Работы на лабораторном оборудовании 2. Функционирования приборов, которые используются при оформлении различных схем биотехнологического производства 3. Использования теоретических знаний на практике 	<p>Лекции Семинар Самостоятельная работа</p>	<p>Доклад Собеседование по теме семинара, реферат Экзамен</p>	<p>ПОРОГОВЫЙ</p> <p>Знать:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Машинно-аппаратурные схемы биотехнологических производств 2. Основные аппараты и оборудование биотехнологических производств <p>Уметь:</p> <ol style="list-style-type: none"> 11. Определять пути совершенствования технологического оборудования 2. Решать сложные и перспективные современные биотехнологические задачи <p>Владеть (навыками):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Работы на лабораторном оборудовании 2. Функционирования приборов, которые используются при оформлении различных схем биотехнологического производства <p>ПОВЫШЕННЫЙ</p> <p>Знать:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Машинно-аппаратурные схемы биотехнологических производств 2. Основные аппараты и оборудование биотехнологических производств 3. Фундаментальные и прикладные разделы специальных дисциплин <p>Уметь:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Определять пути совершенствования
------	--	---	--	---	---

					<p>технологического оборудования</p> <p>2. Решать сложные и перспективные современные биотехнологические задачи</p> <p>3. Выбирать необходимое оборудование для различных биотехнологических производств</p> <p>Владеть (навыками):</p> <p>1. Работы на лабораторном оборудовании</p> <p>2. Функционирования приборов, которые используются при оформлении различных схем биотехнологического производства</p> <p>3. Использования теоретических знаний на практике</p>
ПК-5	<p>готовностью использовать нормативные документы, определяющие организацию и технику безопасности работ, способность оценивать биобезопасность продуктов биотехнологических и биомедицинских производств</p>	<p>Знать:</p> <p>1. Современные тенденции развития биотехнологических производств</p> <p>2. Технику безопасности при работе с биологическими объектами.</p> <p>3. Содержание нормативных документов, определяющих организацию работ.</p> <p>Уметь:</p> <p>1. Проводить технические расчеты процессов биотехнологических производств</p> <p>2. Проводить технические расчеты аппаратов и машин биотехнологических производств</p> <p>3. Использовать нормативные документы при организации работ</p>	<p>Лекции</p> <p>Семинар</p> <p>Самостоятельная работа</p>	<p>Доклад</p> <p>Собеседование по теме семинара, реферат</p> <p>Экзамен</p>	<p>ПОРОГОВЫЙ</p> <p>Знать:</p> <p>1. Современные тенденции развития биотехнологических производств</p> <p>2. Технику безопасности при работе с биологическими объектами.</p> <p>Уметь:</p> <p>1. Проводить технические расчеты процессов биотехнологических производств</p> <p>2. Проводить технические расчеты аппаратов и машин биотехнологических производств</p> <p>Владеть (навыками):</p> <p>1. Работы со справочной, реферативной, патентной и технической литературой, а также с реферативными</p>

		<p>Владеть (навыками):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Работы со справочной, реферативной, патентной и технической литературой, а также с реферативными журналами 2. Работы с биологическими объектами. 3. Навыками оценки биобезопасности продуктов биотехнологических и биомедицинских производств 			<p>журналами</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Работы с биологическими объектами. <p>ПОВЫШЕННЫЙ</p> <p>Знать:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Современные тенденции развития биотехнологических производств 2. Технику безопасности при работе с биологическими объектами. 3. Содержание нормативных документов, определяющих организацию работ. <p>Уметь:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Проводить технические расчеты процессов биотехнологических производств 2. Проводить технические расчеты аппаратов и машин биотехнологических производств 3. Использовать нормативные документы при организации работ <p>Владеть (навыками):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Работы со справочной, реферативной, патентной и технической литературой, а также с реферативными журналами 2. Работы с биологическими объектами. 3. Навыками оценки биобезопасности продуктов биотехнологических и биомедицинских производств
--	--	--	--	--	--

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы		Всего часов	№ 7
			часов
1		2	3
1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)		52	52
В том числе:			
Лекции (Л)		26	26
Практические занятия (ПЗ), Семинары (С)		26	26
Лабораторные работы (ЛР)			
2. Самостоятельная работа студента (всего)		56	56
В том числе			
<i>СРС в семестре:</i>		56	56
Курсовая работа	КП	-	-
	КР		
Другие виды СРС:			
Подготовка доклада		19	19
Подготовка реферата		9	9
Подготовка к семинарам		28	28
<i>СРС в период сессии</i>			
Вид промежуточной аттестации	зачет (З),	36	36
	экзамен (Э)		
ИТОГО: Общая трудоемкость	часов	144	144
	зач. ед.	4	4

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Содержание разделов дисциплины

№ семестра	№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела в дидактических единицах
1	2	3	4
7	1	Введение. Общие требования к процессам и аппаратам в биотехнологическом производстве. Их классификация.	Аппараты и оборудование. Основные понятия. Физические свойства сред. Особенности ферментационных процессов. Основные физико-химические параметры культивирования биологических объектов и обеспечение стабильности их роста и метаболизма с помощью приборов.
	2	Теоретические основы расчета процессов теплообмена и массообмена	Классификация процессов массообмена. Физико-химические основы массообменных процессов. Понятие о массопередаче и массоотдаче. Безразмерные переменные - критерии массообменного подобия (диффузионные критерии Нуссельта, Пекле, Прандтля, Фурье и др.) их физический смысл, аналогии и различия с тепловым подобием применительно к газам и жидкостям. Массопередача между двумя фазами. Влияние условий (температуры, давления, концентраций) на направление массопереноса на при-мерах абсорбции или жидкостной экстракции. Принципы выбора абсорбентов и экстрагентов. Основное уравнение массопередачи и средняя движущая сила массопередачи.
	3	Отдельные процессы и аппараты и их характеристика	Общие сведения о мембранных процессах (баромембранных, диффузионномембранных, электро-мембранных) и рациональных областях их применения. Основные представления о механизмах мембранного разделения. Основные тепловые процессы в химической технологии: нагревание и охлаждение, конденсация паров и испарение жидкостей. Классификация и основные конструктивные типы выпарных аппаратов. Способы и методы выпаривания. Классификация теплообменников.

2.2. Разделы дисциплины, виды учебной деятельности и формы контроля

№ семестра	№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов (в часах)					Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестрам)
			Л	ЛР	ПЗ/С	СРС	всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
7	1	Введение. Общие требования к процессам и аппаратам в биотехнологическом производстве. Их	8		8	18	34	Собеседование по теме семинара Доклад 1-4

		классификация.						
	2	Теоретические основы расчета процессов теплообмена и массообмена	8		8	18	34	Собеседование по теме семинара Реферат 5-8
	3	Отдельные процессы и аппараты и их характеристика	10		10	20	40	Собеседование по теме семинара Доклад 9-13
		Разделы дисциплины №1-3	26		26	56	108	ПрАт
		ИТОГО за семестр	26		26	56	108	36
		ИТОГО	26		26	56	108	144

2.3. Лабораторный практикум

Лабораторные работы по дисциплине не предусмотрены.

2.4. Примерная тематика курсовых работ

Курсовые работы по дисциплине не предусмотрены.

3. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТА

3.1. Виды СРС

№ семестра	№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды СРС	Всего часов
1	2	3	4	5
7	1	Введение. Общие требования к процессам и аппаратам в биотехнологическом производстве. Их классификация.	подготовка к семинару; подготовка доклада	18 (9+9)
	2	Теоретические основы расчета процессов теплообмена и массообмена	подготовка к семинару; подготовка реферата	18 (9+9)
	3	Отдельные процессы и аппараты и их характеристика	подготовка к семинару; подготовка доклада	20 (10+10)
ИТОГО в семестре:				56
ИТОГО				56

3.2. График работы студента

Семестр № 7

Форма оценочного средства*	Условное обозначение	Номер недели												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Реферат	Реф							+	+					
Собеседование по темам семинара	Сем	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

3.3. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

3.3.1. Контрольные работы/рефераты

Примерные темы рефератов*

1. Аппараты, используемые для приготовления и ферментации жидких питательных сред.
2. Машины для измельчения и дробления исходного сырья для субстрата.
3. Способы обеспечения контакта газа с жидкостью.
4. Основные закономерности турбулентного течения.
5. Режимы течения пленки жидкости и газа.
6. Волновые характеристики турбулентной пленки.
7. Толщина пленки на стабилизированном участке.
8. Коэффициенты трения.
9. Гидродинамика аэрируемой пленки в пленочном реакторе.
10. Массоотдача на участке стабилизации.
11. Режим сильных взаимодействий.
12. Массообмен, осложненный биохимической реакцией.
13. Мешалки разных конструкций.
14. Процесс газообмена и массообмена.
15. Фильтры грубой и тонкой очистки воздуха.
16. Механические и физические методы пеногашения.
17. Контроль процесса очистки воздуха.
18. Экстракция и роторно-испульсноаппарате. Способы интенсификации процесса экстракции.
19. Ультрафильтрационные установки.
20. Структура фильтров: мешочные, панельные, кассетные и сепараторные.
21. Ферментаторы с подводом энергии к газовой фазе.
22. Ферментаторы с подводом энергии к жидкой фазе.
23. Оборудование для концентрирования и отделения биомассы.
24. Ферментаторы с комбинированным подводом энергии.
25. Многоступенчатые системы ферментации.

3.3.2. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студента представлены в электронном пособии: <http://kpfu.ru/portal/docs/F1211162192/Metodicheskie.rekomendacii.po.organizacii.samostoyatelnoj.raboty.studentov.IFMiB.pdf>

4. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (см. Фонд оценочных средств)

4.1. Рейтинговая система оценки знаний обучающихся по дисциплине

Рейтинговая система в Университете не используется.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература

№ п/п	Автор (ы), наименование, место издания и издательство, год	Используется при изучении разделов	Семестр	Количество экземпляров	
				В библиотеке	На кафедре
1	2	3	4	5	6
1	Технологические машины и оборудование биотехнологий: учебник [Электронный ресурс] : учеб. / Г.В. Алексеев [и др.]. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: ГИОРД, 2015. — 608 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/69870 .	1-3	7	ЭБС	-
2	Ботов, М.И. Лабораторные работы по технологическому оборудованию предприятий общественного питания (механическое и тепловое оборудование) [Электронный ресурс] : учеб. пособие / М.И. Ботов, В.Д. Елхина. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2015. — 160 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/56157 .	1-3	7	ЭБС	-

5.2. Дополнительная литература

№ п/п	Автор (ы), наименование, место издания и издательство, год	Используется при изучении разделов	Семестр	Количество экземпляров	
				В библиотеке	На кафедре
1	2	3	4	5	6
1	Процессы и аппараты пищевой технологии [Электронный ресурс] : учеб. пособие / С.А. Бредихин [и др.]. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 544 с. — Режим доступа:	1-3	7	ЭБС	-

	https://e.lanbook.com/book/50164 .				
2	Бакин, И.А. Современные проблемы в области аппаратного оформления пищевых производств [Электронный ресурс] — Электрон.дан. — Кемерово :КемТИПП, 2014. — 106 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/72019	1-3	7	ЭБС	-
3	Системы управления технологическими процессами и информационные технологии : учебное пособие для академического бакалавриата / В. В. Троценко, В. К. Федоров, А. И. Забудский, В. В. Комендантов. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 136 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-04910-7. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/A89DB52E-E19A-4BFE-BFF4-58A829F5994A .	1-3	7	ЭБС	-
4	Бредихин, С.А. Технологическое оборудование переработки молока [Электронный ресурс] : учеб.пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2015. — 416 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/56603 .	1-3	7	ЭБС	-
5	Алексеев, Г.В. Виртуальный лабораторный практикум по курсу «Процессы и аппараты пищевых производств» [Электронный ресурс] : учеб.пособие / Г.В. Алексеев, И.И. Бриденко, Н.И. Лукин. — Электрон.дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2011. — 144 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/4121 .	1-3	7	ЭБС	-

5.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

1. Научная электронная библиотека. [Эл.ресурс]. Режим доступа: elibrary.ru. (дата обращения: 23.05.2019)

2. Научная библиотека РГУ имени С.А. Есенина [Эл.ресурс]. Режим доступа: <http://library.rsu.edu.ru>. В числе других информационных ресурсов, которыми располагает сайт, на нем можно найти статьи из тех журналов, которые выписывает Научная библиотека РГУ имени С. А. Есенина. (дата обращения: 23.05.2019)

3. Электронная библиотека «КнигаФонд». [Эл.ресурс]. Режим доступа: <http://www.knigafund.ru>. Сайт включает литературу, соответствующую современным требованиям и стандартам обучения. (дата обращения: 23.05.2019)

4. Википедия — свободная энциклопедия. [Эл.ресурс]. Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org> Сайт включает расшифровку терминов и понятий. (дата обращения: 23.05.2019)

5. Бесплатная электронная библиотека. [Эл.ресурс]. Режим доступа: www.login.ru/books. На данном сайте можно посмотреть в электронном виде различную биологическую литературу. (дата обращения: 23.05.2019)

5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины

1. Журнал «Биотехнология. Теория и практика»: электронный журнал. URL: <http://www.biotechlink.org/>. Журнал издается Национальным центром биотехнологии с 1996 года. Публикуются обзоры и оригинальные фундаментальные и прикладные работы в области медицинской, сельскохозяйственной и экологической биотехнологии. Издание предназначено как для научных и технических специалистов, так и для широкого круга интеллектуальных читателей, которые стремятся быть в курсе последних достижений биотехнологии в Казахстане и странах ближнего зарубежья. Журнал включен в перечень изданий, рекомендованных Министерством образования и науки для выпуска научных статей. (дата обращения: 23.05.2019)

2. Теоретический и научно-практический журнал «Биотехнология»: <http://www.biotechnology-journal.ru/>. Журнал публикует оригинальные статьи, относящиеся к различным аспектам биотехнологии, имеющим практическое приложение в области медицины, сельского хозяйства, охраны окружающей среды, современной промышленности и «зеленой химии». Публикуются статьи, касающиеся как создания микро- и макроорганизмов с полезными свойствами методами генетической инженерии, классической селекции, высокопроизводительного скрининга, так и оригинальных биотехнологических процессов, аппаратуры, методов анализа продуктов и способов контроля процессов. (дата обращения: 23.05.2019)

3. Общество биотехнологов России: электронное периодическое издание: <http://www.biorosinfo.ru/>. Общество биотехнологов России участвует в работе национальных технологических платформ в рамках сотрудничества Россия–ЕС, является одним из организаторов российских технологических платформ «БиоТех-2030» и «Биоэнергетика». С 2011 г. ОБР, совместно с ЗАО «СтратеджиПартнерс Групп», осуществляет деятельность по разработке дорожных карт по таким направлениям развития биотехнологии, как биофармацевтика и биотопливо. (дата обращения: 23.05.2019)

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Требования к аудиториям (помещениям, местам) для проведения занятий:

Стандартно оборудованные лекционные аудитории для проведения интерактивных лекций: видеопроектор, экран настенный, др. оборудование или компьютерный класс.

6.2. Требования к оборудованию рабочих мест преподавателя и обучающихся:

Видеопроектор, ноутбук, переносной экран. В компьютерном классе должны быть установлены средства MSOffice: Word, Excel, PowerPoint и др.

6.3. Требования к специализированному оборудованию:

Требования к специализированному оборудованию отсутствуют.

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

(Заполняется только для стандарта ФГОС ВПО)

8. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии. Уделить внимание следующим понятиям (перечисление понятий) и др.
Реферат	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее.
Семинар	форма учебно-практических занятий, при которой студенты обсуждают сообщения и доклады, выполненные ими по результатам учебных под руководством преподавателя. Преподаватель в этом случае является координатором обсуждений темы семинара, подготовка к которому является обязательной. Поэтому тема семинара и основные источники обсуждения предъявляются до обсуждения для детального ознакомления, изучения. Цели обсуждений направлены на формирование навыков профессиональной полемики и закрепление обсуждаемого материала
Доклад, сообщение	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы
Собеседование	Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.
Подготовка к экзамену	При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.

9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

1. Проверка домашних заданий и консультирование посредством электронной почты.
2. Интерактивное общение с помощью электронной почты.
3. Применение средств мультимедиа в образовательном процессе (электронные презентации, видеофильмы).

10. Требования к программному обеспечению учебного процесса (указывается при наличии)

Перечень информационных технологий (лицензионное программное обеспечение, информационно-справочные системы)

Название ПО	№ лицензии
MS Office 2007 russianacdmc open	45472941
MS Windows Professional Russian	47628906
LibreOffice	свободно распространяемая
7-zip	свободно распространяемая
FastStoneImageViewer	свободно распространяемая
FoxitReader	свободно распространяемая
doPdf	свободно распространяемая
VLC media player	свободно распространяемая
ImageBurn	свободно распространяемая
DjVu Browser Plug-in	свободно распространяемая

11. Иные сведения

Приложение 1

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине для промежуточного контроля успеваемости

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции) или её части)	Наименование оценочного средства
1.	Введение. Общие требования к процессам и аппаратам в биотехнологическом производстве. Их классификация.	ОПК-6, ПК-1, ПК-5	Экзамен
2.	Теоретические основы расчета процессов теплообмена и массообмена		
3.	Отдельные процессы и аппараты и их характеристика		

ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Индекс компетенции	Содержание компетенции	Элементы компетенции	Индекс элемента
ОПК-6	способностью применять современные экспериментальные методы работы с биологическими объектами в полевых и лабораторных условиях, навыки работы с современной аппаратурой	знать	
		1. технологические стадии производства целевых продуктов и физических процессов их реализующих на уровне воспроизведения	ОПК-631
		2. основные теории, концепции и принципы в избранной области деятельности	ОПК-632
		3. основы и перспективы развития биотехнологии.	ОПК-633
		уметь	
		1. разрабатывать алгоритмы расчетов физических процессов	ОПК-6У1
		2. выполнять решение алгоритмов расчетов физических процессов	ОПК-6У2
3. использовать основные теории, концепции и принципы в избранной	ОПК-6У3		

		области деятельности	
		владеть	
		1. постановки задач исследований	ОПК-6В1
		2. реализации задач при проведении экспериментов	ОПК-6В2
		3. использования основных теорий, концепций и принципов в избранной области деятельности на практике	ОПК-6В3
ПК-1	способностью эксплуатировать современную аппаратуру и оборудование для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных биологических работ	знать	
		1. машинно-аппаратурные схемы биотехнологических производств	ПК-131
		2. основные аппараты и оборудование биотехнологических производств	ПК-132
		3. фундаментальные и прикладные разделы специальных дисциплин	ПК-333
		уметь	
		1. определять пути совершенствования технологического оборудования	ПК-1У1
		2. решать сложные и перспективные современные биотехнологические задачи	ПК-1У2
		3. выбирать необходимое оборудование для различных биотехнологических производств	ПК-1У3
		владеть	
		1. работы на лабораторном оборудовании	ПК-1В1
		2. работы с приборами, которые используются при оформлении различных схем биотехнологического производства	ПК-1В2
		3. использования теоретических знаний на практике	ПК-3В3
		ПК-5	готовностью использовать нормативные документы, определяющие организацию и технику безопасности работ, способность оценивать биобезопасность продуктов биотехнологических и биомедицинских производств
1. современные тенденции развития биотехнологических производств	ПК-5 31		
2. технику безопасности при работе с биологическими объектами.	ПК-5 32		
3. содержание нормативных документов, определяющих организацию работ.	ПК-5 33		
уметь			
1. проводить технические расчеты процессов биотехнологических производств	ПК-5 У1		
2. проводить технические расчеты аппаратов и машин биотехнологических производств	ПК-5 У2		
3. использовать нормативные документы при организации работ	ПК-5 У3		
владеть			
1. работы со справочной, реферативной, патентной и	ПК-5 В1		

		технической литературой, а также с реферативными журналами	
		2. работы с биологическими объектами.	ПК-5 В2
		3. навыками оценки биобезопасности продуктов биотехнологических и биомедицинских производств	ПК-5В3

КОМПЛЕКТ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ (экзамен)

№	Содержание оценочного средства	Индекс оцениваемой компетенции и ее элементов
1	Классификация процессов массообмена.	ОПК-6 31, ОПК-6 32, ОПК-6 33, ОПК-6 У2, ПК-1 У1, ПК-1 В1, ПК-1 В2, ПК-1 В3
2	Физико-химические основы массообменных процессов.	ОПК-6 32, ОПК-6 У1, ОПК-6 У2, ОПК-6 В1, ПК-1 У1, ПК-1 В2, ПК-1 В3, ПК-5 32
3	Понятие о массопередаче и массоотдаче.	ОПК-6 31, ОПК-6 32, ОПК-6 У2, ОПК-6 У1, ОПК-6 В1, ПК-1 У1, ПК-1 В1, ПК-1 В2, ПК-1 В3, ПК-5 31, ПК-5 В2
4	Молекулярная диффузия в жидкостях, газа (парах) и твердых телах.	ОПК-6 31, ОПК-6 32, ОПК-6 У1, ОПК-6 У2, ОПК-6 В3, ПК-1 33, ПК-1 У1, ПК-1 В2, ПК-1 В3, ПК-5 31, ПК-5 У1
5	Безразмерные переменные - критерии массообменного подобия (диффузионные критерии Нуссельта, Пекле, Прандтля, Фурье и др.) их физический смысл, аналогии и различия с тепловым подобием применительно к газам и жидкостям.	ОПК-631, ОПК-632, ОПК-6У1, ОПК-6У2, ОПК-6В1, ОПК-6В3, ПК-1В2, ПК-1В3
6	Массопередача между двумя фазами.	ОПК-631, ОПК-632, ОПК-6У2, ОПК-6У1, ОПК-6В3, ПК-133, ПК-1В1, ПК-1В2, ПК-1В3, ПК-5 31, ПК-5 У1, ПК-5 В2
7	Влияние условий (температуры, давления, концентраций) на направление массопереноса на при-мерах абсорбции или жидкостной экстракции.	ОПК-631, ОПК-632, ОПК-6У2, ОПК-6У1, ОПК-6В3, ПК-133, ПК-1В1, ПК-1В2, ПК-1В3, ПК-5 31
8	Принципы выбора абсорбентов и экстрагентов.	ОПК-631, ОПК-632, ОПК-6У2, ОПК-6У1, ОПК-6В3, ПК-133, ПК-1В1, ПК-1В2, ПК-1В3
9	Основное уравнение массопередачи и средняя	ОПК-631, ОПК-632, ОПК-6У2, ОПК-6У1, ОПК-

	движущая сила массопередачи.	6В3,ПК-133,ПК-1У1,ПК-1В1,ПК-1В2,ПК-1В3, ПК-5 У1, ПК-5 В2
10	Основные методы интенсификации массообмена в системах со свободной границей раздела фаз: создание оптимальных гидродинамических режимов и повышение интенсивности массоотдачи, увеличение удельной поверхности контакта фаз, снижение продольного перемешивания в потоках фаз.	ОПК-631,ОПК-632,ОПК-6У1,ОПК-6У2,ПК-133,ПК-1У1,ПК-1В2,ПК-1В3, ПК-5 В1
11	Общие принципы устройства и классификация аппаратов для массообменных процессов в системах "газ(пар)-жидкость" и "жидкость-жидкость".	ОПК-632,ОПК-6У1,ОПК-6У2,ОПК-6В1,ПК-133,ПК-1В2,ПК-1В3
12	Особенности конструкций абсорберов и экстракторов.	ОПК-631,ОПК-632,ОПК-6У1,ОПК-6У2,ОПК-6В3,ПК-1У1,ПК-1В2,ПК-1В3, ПК-5 31, ПК-5 В1
13	Основные типы абсорберов: насадочные и тарельчатые колонны, аппараты со сплошным и секционированным барботажным слоем, аппараты с разбрызгиванием жидкости.	ОПК-631,ОПК-632,ОПК-6У2, ОПК-6У1,ПК-1У1,ПК-1В1,ПК-1В2,ПК-1В3, ПК-5 В1
14	Основные типы экстракторов: гравитационные колонны (полые, насадочные, тарельчатые) и экстракторы с подводом внешней энергии (аппараты с мешалками смесительно-отстойных экстракторов, роторные, пульсационные и вибрационные, центробежные).	ОПК-631,ОПК-6У2, ОПК-632,ОПК-6У1,ОПК-6В3,ПК-1У1,ПК-1В2,ПК-1В3, ПК-5 В1
15	Разделение дистилляцией жидких гомогенных смесей и сжиженных газов. Области применения и особенности проведения процессов дистилляции при различных давлениях.	ОПК-631, ОПК-6В3,ОПК-6У2, ОПК-632,ОПК-6У1,ПК-1В2,ПК-1В3
16	Простая и фракционная перегонка.	ОПК-631,ОПК-632,ОПК-6У2, ОПК-6У1, ОПК-6В3,ПК-1У1,ПК-1В1,ПК-1В2,ПК-1В3
17	Перегонка с дефлегмацией.	ОПК-631,ОПК-632,ОПК-6У2, ОПК-6У1,ОПК-6В3,ПК-1У1,ПК-1В2,ПК-1В1,ПК-1В3
18	Физико-химические основы и особенности условий проведения процессов ректификации.	ОПК-631,ОПК-632,ОПК-6У2, ОПК-6У1,ОПК-6В3,ПК-132,ПК-1У1,ПК-1В1,ПК-1В2,ПК-1В3
19	Особенности устройства аппаратов (насадочных и тарельчатых колонн) и выбора режимов их работы при ректификации по сравнению с абсорбцией.	ОПК-631,ОПК-632,ОПК-6У1,ОПК-6У2,ОПК-6У3,ОПК-6В2,ОПК-6В3,ПК-132,ПК-1В2,ПК-1В3, ПК-5 31, ПК-5 У1

20	Принципы технико-экономической оптимизации при расчете рабочего флегмового числа, размеров аппаратуры и энергетических затрат.	ОПК-631,ОПК-632,ОПК-633,ОПК-6У1,ОПК-6У2,ОПК-6У3,ОПК-6В2,ОПК-6В3,ПК-132,ПК-1В2,ПК-1В3
21	Физико-химические основы, области применения, особенности проведения и схемы установок для экстрактивной и азеотропной ректификации.	ОПК-631,ОПК-632,ОПК-6У2, ОПК-6У1,ОПК-6В3,ПК-132,ПК-1В1,ПК-1В2,ПК-1В3, ПК-5 В1
22	Элементы массопередачи в системах с твердой фазой.	ОПК-631,ОПК-632,ОПК-6У2, ОПК-6У1,ОПК-6В3, ПК-1В1,ПК-1В3, ПК-5 31
23	Физические модели и механизмы переноса массы в пористых твердых телах и обтекающем их потоке.	ОПК-631,ОПК-632,ОПК-6У1,ОПК-6У2, ПК-1В2,ПК-1В3
24	Нестационарность массопереноса в твердых телах.	ОПК-631,ОПК-632,ОПК-6У1,ОПК-6У2, ОПК-6В3,ПК-1В2,ПК-1В3, ПК-5 31, ПК-5 У1, ПК-5 В1
25	Уравнение массопроводности, коэффициент массопроводности.	ОПК-631,ОПК-632,ОПК-6У1, ОПК-6У2, ПК-1В2,ПК-1В3, ПК-5 У1
26	Диффузионные критерии Био и Фурье для массопередачи с твердой фазой.	ОПК-632,ОПК-6У1,ОПК-6У2,ПК-1В2,ПК-1В3, ПК-5 У1
27	Расчет скорости процесса; его лимитирующие стадии и способы интенсификации массопередачи.	ОПК-631,ОПК-632,ОПК-633,ОПК-6У1,ОПК-6У2, ОПК-6У3,ОПК-6В2,ПК-1У1,ПК-1У2,ПК-1В2,ПК-1В3, ПК-5 У1
28	Сушка твердых материалов. Общая характеристика процесса и области его применения.	ОПК-632, ОПК-633,ОПК-6У1,ОПК-6У2,ОПК-6У3,ОПК-6В2,ОПК-6В3,ПК-131,ПК-133,ПК-1У2,ПК-1В2,ПК-1В3, ПК-5 31, ПК-5 У1
29	Состояние высушиваемых материалов; формы связи влаги с материалами и методы удаления влаги из них.	ОПК-632,ОПК-633,ОПК-6У1,ОПК-6У2,ОПК-6У3,ОПК-6В1,ОПК-6В2,ОПК-6В3,ПК-131, ПК-1У2,ПК-1В2,ПК-1В3, ПК-5 У1
30	Равновесие между паром и жидкостью во влажном материале	ОПК-632,ОПК-633,ОПК-6У1,ОПК-6У2,ОПК-6У3,ОПК-6В2,ПК-131,ПК-1У2,ПК-1В2,ПК-1В3
31	Изотермы сушки; влажное и гигроскопическое состояние материала.	ОПК-632,ОПК-633,ОПК-6У1,ОПК-6У2,ОПК-6У3,ОПК-6В2,ПК-131,ПК-1У2,ПК-1В2,ПК-1В3, ПК-5 У1
32	Направление и движущая сила массопередачи при сушке и увлажнении.	ОПК-632,ОПК-633,ОПК-6У1,ОПК-6У2,ОПК-6В2,ПК-131,ПК-1У2,ПК-1В2,ПК-1В3, ПК-5 31
33	Методы сушки: конвективная, контактная,	ОПК-631,ОПК-633,ОПК-632,ОПК-6У1,ОПК-6У2,

	специальные.	ОПК-6У3,ОПК-6В2,ОПК-6В3,ПК-131,ПК-1У2,ПК-1В2,ПК-1В3
34	Основные варианты проведения конвективной сушки, их анализ, сравнительные характеристики и рациональные области применения.	ОПК-632,ОПК-6У1,ОПК-6У2,ОПК-6У3,ОПК-6В2,ПК-1У3,ПК-1В2,ПК-1В3, ПК-5 У1, ПК-5 В1
35	Материальный и тепловой балансы контактной (кондуктивной) сушки.	ОПК-632,ОПК-6У1,ОПК-6У2,ОПК-6У3,ОПК-6В2,ПК-1У3,ПК-1В2,ПК-1В3, ПК-5 32
36	Сопоставление конвективной и контактной сушки и преимущественные области их применения.	ОПК-632,ОПК-6У1,ОПК-6У2,ОПК-6У3,ОПК-6В2,ПК-1У3,ПК-1В2,ПК-1В3, ПК-5 32, ПК-5 В1
37	Стадии удаления влаги: массопроводность, влагопроводность внутри влажного материала и испарение с поверхности («внутренняя и внешняя диффузия»); понятие о термодиффузии.	ОПК-632,ОПК-6У1,ОПК-6У2,ОПК-6У3,ОПК-6В2,ПК-1У3,ПК-1В2,ПК-1В3, ПК-5 32
38	Типовые кинетические кривые (кривые сушки и скорости сушки); периоды постоянной и падающей скоростей сушки.	ОПК-632,ОПК-6У1,ОПК-6У2,ОПК-6У3,ОПК-6В2,ПК-1У3,ПК-1В2,ПК-1В3
39	Сушка инфракрасными лучами (радиационная), токами высокой частоты, сублимацией; основные принципы устройства соответствующих аппаратов.	ОПК-631,ОПК-632,ОПК-633,ОПК-6У2, ПК-1У1,ПК-1В1,ПК-1В2,ПК-1В3
40	Преимущественные области применения, сравнительные характеристики и выбор сушилок различных конструкций. Основные тенденции их совершенствования.	ОПК-632,ОПК-6У1,ОПК-6У2, ОПК-6В1,ПК-1У1,ПК-1В2,ПК-1В3, ПК-5 32, ПК-5 У1, ПК-5 В1
41	Общие сведения о мембранных процессах (баромембранных, диффузионномембранных, электро-мембранных) и рациональных областях их применения.	ОПК-631,ОПК-632,ОПК-6У2, ОПК-6У1,ОПК-6В1,ПК-1У1,ПК-1В1,ПК-1В2,ПК-1В3
42	Типы мембран.	ОПК-631,ОПК-632,ОПК-6У1,ОПК-6У2,ОПК-6В3,ПК-133,ПК-1У1,ПК-1В2,ПК-1В3
43	Основные представления о механизмах мембранного разделения.	ОПК-631,ОПК-632,ОПК-6У1,ОПК-6У2,ОПК-6В1,ОПК-6В3,ПК-1В2,ПК-1В3, ПК-5 32
44	Методы очистки (регенерации) мембран.	ОПК-631,ОПК-632,ОПК-6У2, ОПК-6У1,ОПК-6В3,ПК-133,ПК-1В1,ПК-1В2,ПК-1В3
45	Пути интенсификации процессов разделения с помощью пористых и непористых мембран.	ОПК-631,ОПК-632,ОПК-6У2, ОПК-6У1,ОПК-6В3,ПК-133,ПК-1В1,ПК-1В2,ПК-1В3, ПК-5 33, ПК-5 У3, ПК-5В3

46	Уравнение Бернулли для реальной и идеальной жидкости.	ОПК-631,ОПК-632,ОПК-6У2, ОПК-6У1,ОПК-6В3,ПК-133,ПК-1В1,ПК-1В2,ПК-1В3, ПК-5 У3, ПК-5В3
47	Фильтрование. Общие положения.	ОПК-631,ОПК-632,ОПК-6У2, ОПК-6У1,ОПК-6В3,ПК-133,ПК-1У1,ПК-1В1,ПК-1В2,ПК-1В3
48	Основные тепловые процессы в химической технологии: нагревание и охлаждение, конденсация паров и испарение жидкостей.	ОПК-631,ОПК-632,ОПК-6У1,ОПК-6У2,ПК-133,ПК-1У1,ПК-1В2,ПК-1В3
49	Классификация и основные конструктивные типы выпарных аппаратов.	ОПК-631,ОПК-632,ОПК-633,ОПК-6У2, ПК-1У1,ПК-1В1,ПК-1В2,ПК-1В3, ПК-5 33, ПК-5 У3, ПК-5В3
50	Способы и методы выпаривания.	ОПК-632,ОПК-6У1,ОПК-6У2, ОПК-6В1,ПК-1У1,ПК-1В2,ПК-1В3, ПК-5 32, ПК-5 33, ПК-5 У3, ПК-5В3
51	Классификация теплообменников.	ОПК-632,ОПК-6У1,ОПК-6У2, ОПК-6В1,ПК-1У1,ПК-1В2,ПК-1В3, ПК-5 32, ПК-5 33, ПК-5 У3, ПК-5В3

ПОКАЗАТЕЛИ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ (Шкалы оценивания)

Результаты выполнения обучающимся заданий на экзамене оцениваются по шкале - по пятибалльной шкале.

«Отлично» (5) – оценка соответствует повышенному уровню и выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

«Хорошо» (4) - оценка соответствует повышенному уровню и выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос или выполнении заданий, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

«Удовлетворительно» (3) - оценка соответствует пороговому уровню и выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, демонстрирует недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.

«Неудовлетворительно» (2) - оценка выставляется обучающемуся, который не достигает порогового уровня, демонстрирует непонимание проблемы, не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы.