

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе

_____ / О.В. Юсупова

" ____ " _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.О.03.12 «Основы биотехнологии»

Код и направление подготовки (специальность)	18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
Направленность (профиль)	Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Заочная
Год начала подготовки	2022
Институт / факультет	Институт нефтегазовых технологий (ИНГТ)
Выпускающая кафедра	кафедра "Химическая технология и промышленная экология"
Кафедра-разработчик	кафедра "Химическая технология и промышленная экология"
Объем дисциплины, ч. / з.е.	144 / 4
Форма контроля (промежуточная аттестация)	Экзамен

Б1.О.03.12 «Основы биотехнологии»

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) **18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии**, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от № 923 от 07.08.2020 и соответствующего учебного плана.

Разработчик РПД:

Доцент, кандидат химических
наук, доцент

(должность, степень, ученое звание)

Б.Ю Смирнов

(ФИО)

Заведующий кафедрой

О.В. Тупицына, доктор
технических наук, доцент

(ФИО, степень, ученое звание)

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методического совета
факультета / института (или учебно-
методической комиссии)

А.Ю Чуркина, кандидат
химических наук, доцент

(ФИО, степень, ученое звание)

Руководитель образовательной
программы

Б.Ю. Смирнов, кандидат
химических наук, доцент

(ФИО, степень, ученое звание)

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы	5
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся	5
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий	6
4.1 Содержание лекционных занятий	6
4.2 Содержание лабораторных занятий	7
4.3 Содержание практических занятий	7
4.4. Содержание самостоятельной работы	8
5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю)	10
6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения	11
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем	11
8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)	12
9. Методические материалы	12
10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)	14

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю),
соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной
программы**

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции)
Общепрофессиональные компетенции			
Естественно-научная подготовка	ОПК-1 Способен изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов	ОПК-1.2 Анализирует химические и физико-химические явления, происходящие в технологических процессах и окружающем мире	Владеть Навыком анализа основных закономерностей химических и физикохимических явлений, происходящих в технологических процессах и окружающем мире
			Знать Основные закономерности химических и физико-химических явлений, происходящих в технологических процессах и окружающем мире
			Уметь Анализировать основные закономерности химических и физикохимических явлений, происходящих в технологических процессах и окружающем мире
Профессиональная методология	ОПК-2 Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-2.6 Обеспечивает проведение технологического процесса в соответствии с регламентом	Знать Основные параметры технологического режима биотехнологического производства

		Уметь Определять целесообразные значения параметров технологического режима биотехнологического производства
--	--	--

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы: **часть, формируемая участниками образовательных отношений**

Код компетенции	Предшествующие дисциплины	Параллельно осваиваемые дисциплины	Последующие дисциплины
ОПК-1	Коллоидная химия; Общая и неорганическая химия; Общая химическая технология; Органическая химия; Основы геоэкологии; Процессы и аппараты химической технологии; Стехиометрия, материальные и энергетические расчеты в химической технологии; Учебная практика: ознакомительная практика; Физическая химия	Производственная практика: научно-исследовательская работа; Процессы и аппараты химической технологии; Хемометрика	Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы; Производственная практика: технологическая (проектно-технологическая) практика
ОПК-2	Аналитическая химия и физико-химические методы анализа; Коллоидная химия; Математика; Материаловедение и технологии конструкционных материалов; Общая химическая технология; Процессы и аппараты химической технологии; Стехиометрия, материальные и энергетические расчеты в химической технологии; Физика; Физическая химия; Электротехника и электроника	Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов; Производственная практика: научно-исследовательская работа; Процессы и аппараты химической технологии	Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы; Производственная практика: технологическая (проектно-технологическая) практика

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Вид учебной работы	Всего часов / часов в электронной форме	7 семестр часов / часов в электронной форме
Аудиторная контактная работа (всего), в том числе:	8	8
Лекции	4	4

Практические занятия	4	4
Внеаудиторная контактная работа, КСР	4	4
Самостоятельная работа (всего), в том числе:	123	123
выполнение задач, заданий, упражнений (в том числе разноуровневых)	22	22
составление конспектов	101	101
Контроль	9	9
Итого: час	144	144
Итого: з.е.	4	4

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, часы				
		ЛЗ	ЛР	ПЗ	СРС	Всего часов
1	Основы микробиологического синтеза	2	0	2	66	70
2	Структура и основные стадии типового биотехнологического процесса	1	0	2	36	39
3	Биореакторы	1	0	0	21	22
	КСР	0	0	0	0	4
	Контроль	0	0	0	0	9
	Итого	4	0	4	123	144

4.1 Содержание лекционных занятий

№ занятия	Наименование раздела	Тема лекции	Содержание лекции (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов / часов в электронной форме
7 семестр				

1	Основы микробиологического синтеза	Предмет и содержание курса «Основы микробиологии и биотехнологии». Клетка как основной объект биотехнологии.	История и перспективные направления развития микробиологии и биотехнологии. Мировой рынок биотехнологической продукции. Элементный состав живого вещества. Биомолекулы. Иерархия молекулярной организации клеток. Структура живой клетки. Эукариотические и прокариотические клетки. Особенности превращения энергии и вещества в живой клетке. Типы питания микроорганизмов. Варианты процессов конструктивного и энергетического обмена.	2
2	Структура и основные стадии типового биотехнологического процесса	Классификация и структурирование типового процесса промышленной биотехнологии. Культивирование биологических объектов. Ферментация.	Классификация процессов промышленной биотехнологии по признаку целевого продукта. Основные стадии биотехнологического производства. Виды питательных сред для культивирования биообъектов, их состав. Основные технологические проблемы стадии ферментации биотехнологического процесса: асептика, аэрация, термостатирование, полнота исчерпания компонентов питательной среды.	1
3	Биореакторы	Основные типы биореакторов	Классификация биореакторов по гидродинамическому режиму, способу организации процесса во времени и методам подвода энергии на перемешивание и аэрацию.	1
Итого за семестр:				4
Итого:				4

4.2 Содержание лабораторных занятий

Учебные занятия не реализуются.

4.3 Содержание практических занятий

№ занятия	Наименование раздела	Тема практического занятия	Содержание практического занятия (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов / часов в электронной форме
7 семестр				
1	Основы микробиологического синтеза	Кинетика ферментативных реакций	Расчёт кинетических параметров биохимических реакций. Построения Лайнуивера-Берка и Эди-Хофсти	2
2	Структура и основные стадии типового биотехнологического процесса	Биотехнологические методы утилизации избыточного активного ила станции биологической очистки сточных вод	Биологическая очистка сточных вод. Принципиальная схема. Утилизация отходов. Осадок первичных отстойников. Избыточный активный ил	2
Итого за семестр:				4

Итого:**4**

4.4. Содержание самостоятельной работы

Наименование раздела	Вид самостоятельной работы	Содержание самостоятельной работы (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов
7 семестр			

<p>Основы микробиологического синтеза</p>	<p>Составление конспектов</p>	<p>Саморегуляция клеточных реакций. Самовоспроизведение живых организмов. Классификация и номенклатура ферментов. Кофакторы ферментов. Понятие, виды, основные функции. Ингибирование ферментов. Обратимое и необратимое, конкурентное и неконкурентное ингибирование. Виды мультиферментных систем. Регуляторные ферменты. Кинетические закономерности ферментативных реакций. Явление насыщения фермента субстратом. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Физический смысл кинетических параметров. Константа Михаэлиса. Максимальная скорость ферментативной реакции. Расчёт кинетических параметров биохимических реакций. Построения Лайнуивера-Берка и Эди-Хофсти. Влияние pH и присутствия кофакторов на скорость ферментативной реакции. Основные механизмы переноса вещества через клеточную мембрану. Основные задачи инженерной энзимологии. Преимущества использования иммобилизованных ферментов в прикладных целях. Иммобилизация ферментов. Требования к носителям для иммобилизации ферментов. Природные полимерные носители. Синтетические полимерные носители для иммобилизации ферментов. Биodeградация полимерных носителей. Неорганические носители. Методы физической иммобилизации ферментов. Адсорбционная иммобилизация. Иммобилизация путём включения в гели. Иммобилизация с использованием полупроницаемых мембран. Иммобилизация с использованием систем двухфазного типа. Основные принципы конструирования препаратов ковалентно иммобилизованных ферментов. Кинетические закономерности катализа иммобилизованными ферментами. Влияние иммобилизации на состояние фермента. Эффекты распределения реагентов в катализе иммобилизованными ферментами. Практическое использование иммобилизованных ферментов. Основы промышленных процессов получения глюкозо-фруктозных сиропов и L-аминокислот. Биокатализ в тонком органическом синтезе. Модификация пенициллинов. Иммобилизованные ферменты в микроанализе. Основные типы иммобилизованных биокаталитических систем. Изолированные ферменты. Иммобилизованные клетки и клеточные органеллы. Соиммобилизация. Подбор и выделение чистых культур микроорганизмов. Технологические требования к биологическому объекту. Селекция. Спонтанные и индуцированные мутации. Содержание генноинженерной разработки. Основные этапы конструирования рекомбинантной ДНК. Проблема поддержания чистоты биологического объекта. Автоселекция. Основные методы сохранения ценных штаммов продуцентов.</p>	<p>60</p>
---	-------------------------------	--	-----------

Основы микробиологического синтеза	выполнение задач, заданий, упражнений	Ингибирование каталитической активности ферментов	6
Структура и основные стадии типового биотехнологического процесса	Составление конспектов	Варианты организации стадии выделения и очистки продукта. Основные методы отделения биомассы от культуральной жидкости: флотация, фильтрация, центрифугирование. Методы и приёмы дезинтеграции клеток, отделения фрагментов клеточных мембран, очистки, стабилизации и химической модификации продукта процесса промышленной биотехнологии. Стабилизация продукта микробиологического синтеза.	20
Структура и основные стадии типового биотехнологического процесса	выполнение задач, заданий, упражнений	Биологическая очистка сточных вод. Принципиальная схема. Отходы биологической очистки сточных вод. Избыточный активный ил. Типы биологического окисления органических веществ. Брожение. Метановое брожение. Мезофильный и термофильный режимы. Биогаз. Расчёт метантенка. Оценка энергетических эффектов.	16
Биореакторы	Составление конспектов	Хемостат и турбидостат. Система эффективного перемешивания и гомогенизации питательной среды в био-реакторе. Системы теплообмена, пеногашения и стерилизации сред, аппаратуры и воздуха в биореакторе.	21
Итого за семестр:			123
Итого:			123

5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю)

№ п/п	Библиографическое описание	Ресурс НТБ СамГТУ (ЭБС СамГТУ, IPRbooks и т.д.)
Основная литература		
1	Основы биотехнологии; Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2015. - Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/61271.html	Электронный ресурс
2	Техническая микробиология; Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2010. - Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/63485.html	Электронный ресурс
Дополнительная литература		
3	Биотехнология: учеб. пособие / Ю. О. Сазыкин, С. Н. Орехов, И. И. Чакалева ; под ред. А. В. Катлинского.- М.: 2008.- 254 с	Книжный фонд
Учебно-методическое обеспечение		
4	Биотехнологии очистки сточных вод : учеб.-метод. пособие / Самар.гос.техн.ун-т, Химическая технология и промышленная экология; сост.: А. Ю. Копнина, Б. Ю. Смирнов .- 2-е изд., испр. и доп..- Самара, 2018.- 53 с.- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu elib 3409	Электронный ресурс

5	Основы биотехнологии. Базовые термины и определения : учебно-терминологический словарь / Самар.гос.техн.ун-т, Химическая технология и промышленная экология; сост. Б. Ю. Смирнов.- Самара, 2020.- 54 с.- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu elib 4058	Электронный ресурс
---	--	--------------------

Доступ обучающихся к ЭР НТБ СамГТУ (elib.samgtu.ru) осуществляется посредством электронной информационной образовательной среды университета и сайта НТБ СамГТУ по логину и паролю.

6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения

При проведении лекционных занятий используется мультимедийное оборудование.

Организовано взаимодействие обучающегося и преподавателя с использованием электронной ин-формационной образовательной среды университета.

№ п/п	Наименование	Производитель	Способ распространения
1	Microsoft Windows XP Profes-sional операционная система	Microsoft (Зарубежный)	Лицензионное
2	Microsoft Office 2007 Open Li-cense Academic	Microsoft (Зарубежный)	Лицензионное

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование	Краткое описание	Режим доступа
1	ТехЛит.ру	http://www.tehlit.ru/	Ресурсы открытого доступа
2	Журнал Вестник СамГТУ. Серия «Технические науки».	http://vestnik-teh.samgtu.ru/	Ресурсы открытого доступа
3	ScienceDirect - 4 коллекции: Chemistry, Engineering, Materials Science, Physics and Astronomy	http://www.sciencedirect.com/	Зарубежные базы данных ограниченного доступа
4	eLIBRARY.ru	http://www.eLIBRARY.ru/	Российские базы данных ограниченного доступа
5	Электронная библиотека изданий СамГТУ	http://irbis.samgtu.local/cgi-bin/irbis64r_01/cgiirbis_64.exe	Российские базы данных ограниченного доступа
6	Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/	Российские базы данных ограниченного доступа
7	Scopus - база данных рефератов и цитирования	http://www.scopus.com/	Зарубежные базы данных ограниченного доступа

8	ВИНИТИ	http://www2.viniti.ru/	Российские базы данных ограниченного доступа
9	Электронная нефтегазовая библиотека РГУ нефти и газа им. Губкина	http://elib.gubkin.ru/	Российские базы данных ограниченного доступа

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Лекционные занятия

- комплект электронных презентаций/слайдов;
- аудитория, оборудованная учебной мебелью (столы, стулья для обучающихся, стол, стул для преподавателя), оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер / ноутбук).

Практические занятия

- комплект электронных презентаций/слайдов;
- аудитория, оборудованная учебной мебелью (столы, стулья для обучающихся, стол, стул для преподавателя), оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер / ноутбук).

Самостоятельная работа

- рабочие места для самостоятельной работы обучающихся в читальных залах НТБ СамГТУ и компьютерных классах ИВЦ СамГТУ и кафедры «Химическая технология и промышленная экология», оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной информационной образовательной среде;
- пакеты ПО общего назначения (MS Excel, MS Word);
- рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
- материально-техническое обеспечение НТБ СамГТУ;
- ресурсы ИВЦ СамГТУ.

9. Методические материалы

Методические рекомендации при работе на лекции

До лекции студент должен просмотреть учебно-методическую и научную литературу по теме лекции с тем, чтобы иметь представление о проблемах, которые будут разбираться в лекции.

Перед началом лекции обучающимся сообщается тема лекции, план, вопросы, подлежащие рассмотрению, доводятся основные литературные источники. Весь учебный материал, сообщаемый преподавателем, должен не просто прослушиваться. Он должен быть активно воспринят, т.е. услышан, осмыслен, понят, зафиксирован на бумаге и закреплен в памяти. Приступая к слушанию нового учебного материала, полезно мысленно установить его связь с ранее изученным. Следя за техникой чтения лекции (акцент на существенном, повышение тона, изменение ритма, пауза и т.п.), необходимо вслед за преподавателем уметь выделять основные категории, законы и определять их содержание, проблемы, предполагать их возможные решения, доказательства и выводы. Осуществляя такую работу, можно значительно облегчить себе понимание учебного материала, его конспектирование и дальнейшее изучение.

Конспектирование лекции позволяет обработать, систематизировать и лучше сохранить полученную информацию с тем, чтобы в будущем можно было восстановить в памяти основные, содержательные моменты. Типичная ошибка, совершаемая обучающимся, дословное конспектирование речи преподавателя. Как правило, при записи «слово в слово» не остается времени на обдумывание, анализ и синтез информации. Отбирая нужную информацию, главные мысли, проблемы, решения и выводы, необходимо сокращать текст, строить его таким образом, чтобы потом можно было легко в нем разобраться. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых можно будет делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также

подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. С окончанием лекции работа над конспектом не может считаться завершённой. Нужно еще восстановить отдельные места, проверить, все ли понятно, уточнить что-то на консультации и т.п. с тем, чтобы конспект мог быть использован в процессе подготовки к практическим занятиям, зачету, экзамену. Конспект лекции – незаменимый учебный документ, необходимый для самостоятельной работы.

Методические рекомендации при подготовке и работе на практическом занятии

Практические занятия по дисциплине проводятся в целях выработки практических умений и приобретения навыков в решении профессиональных задач.

Рекомендуется следующая схема подготовки к практическому занятию:

1. ознакомление с планом практического занятия, который отражает содержание предложенной темы;
2. проработка конспекта лекции;
3. чтение рекомендованной литературы;
4. подготовка ответов на вопросы плана практического занятия;
5. выполнение тестовых заданий, задач и др.

Подготовка обучающегося к практическому занятию производится по вопросам, разработанным для каждой темы практических занятий и (или) лекций. В процессе подготовки к практическим занятиям, необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы.

Работа студентов во время практического занятия осуществляется на основе заданий, которые выдаются обучающимся в начале или во время занятия. На практических занятиях приветствуется активное участие в обсуждении конкретных ситуаций, способность на основе полученных знаний находить наиболее эффективные решения поставленных проблем, уметь находить полезный дополнительный материал по тематике занятий. Обучающимся необходимо обращать внимание на основные понятия, алгоритмы, определять практическую значимость рассматриваемых вопросов. На практических занятиях обучающиеся должны уметь выполнить расчет по заданным параметрам или выработать определенные решения по обозначенной проблеме. Задания могут быть групповые и индивидуальные. В зависимости от сложности предлагаемых заданий, целей занятия, общей подготовки обучающихся преподаватель может подсказать обучающимся алгоритм решения или первое действие, или указать общее направление рассуждений. Полученные результаты обсуждаются с позиций их адекватности или эффективности в рассмотренной ситуации.

Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы

Организация самостоятельной работы обучающихся ориентируется на активные методы овладения знаниями, развитие творческих способностей, переход от поточного к индивидуализированному обучению с учетом потребностей и возможностей обучающегося.

Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

Самостоятельная работа реализуется:

- непосредственно в процессе аудиторных занятий;
- на лекциях, практических занятиях;
- в контакте с преподавателем вне рамок расписания;
- на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.;
- в библиотеке, дома, на кафедре при выполнении обучающимся учебных и практических

задач.

Эффективным средством осуществления обучающимся самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, к изданиям электронных библиотечных систем.

10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств представлен в приложении № 1.

**Фонд оценочных средств
по дисциплине
Б1.О.03.12 «Основы биотехнологии»**

Код и направление подготовки (специальность)	18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
Направленность (профиль)	Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Заочная
Год начала подготовки	2022
Институт / факультет	Институт нефтегазовых технологий (ИНГТ)
Выпускающая кафедра	кафедра "Химическая технология и промышленная экология"
Кафедра-разработчик	кафедра "Химическая технология и промышленная экология"
Объем дисциплины, ч. / з.е.	144 / 4
Форма контроля (промежуточная аттестация)	Экзамен

**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю),
соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной
программы**

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции)
Общепрофессиональные компетенции			
Естественно-научная подготовка	ОПК-1 Способен изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов	ОПК-1.2 Анализирует химические и физико-химические явления, происходящие в технологических процессах и окружающем мире	Владеть Навыком анализа основных закономерностей химических и физикохимических явлений, происходящих в технологических процессах и окружающем мире
			Знать Основные закономерности химических и физико-химических явлений, происходящих в технологических процессах и окружающем мире
			Уметь Анализировать основные закономерности химических и физикохимических явлений, происходящих в технологических процессах и окружающем мире
Профессиональная методология	ОПК-2 Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-2.6 Обеспечивает проведение технологического процесса в соответствии с регламентом	Знать Основные параметры технологического режима биотехнологического производства

Уметь Определять целесообразные значения параметров технологического режима биотехнологического производства

Матрица соответствия оценочных средств запланированным результатам обучения

Код индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства	Текущий контроль успеваемости	Промежуточная аттестация
Основы микробиологического синтеза				
ОПК-1.2 Анализирует химические и физико-химические явления, происходящие в технологических процессах и окружающем мире	Уметь Анализировать основные закономерности химических и физикохимических явлений, происходящих в технологических процессах и окружающем мире	Вопросы к экзамену	Нет	Да
		Индивидуальное задание	Да	Нет
	Владеть Навыком анализа основных закономерностей химических и физикохимических явлений, происходящих в технологических процессах и окружающем мире	Индивидуальное задание	Да	Нет
		Знать Основные закономерности химических и физико-химических явлений, происходящих в технологических процессах и окружающем мире	Индивидуальное задание	Да
Вопросы к экзамену	Нет		Да	
ОПК-2.6 Обеспечивает проведение технологического процесса в соответствии с регламентом	Знать Основные параметры технологического режима биотехнологического производства	Индивидуальное задание	Да	Нет
		Вопросы к экзамену	Нет	Да
	Уметь Определять целесообразные значения параметров технологического режима биотехнологического производства	Индивидуальное задание	Да	Нет
		Вопросы к экзамену	Нет	Да
Структура и основные стадии типового биотехнологического процесса				
ОПК-1.2 Анализирует химические и физико-химические явления, происходящие в технологических процессах и окружающем мире	Знать Основные закономерности химических и физико-химических явлений, происходящих в технологических процессах и окружающем мире	Индивидуальное задание	Да	Нет
		Вопросы к экзамену	Нет	Да

	Владеть Навыком анализа основных закономерностей химических и физикохимических явлений, происходящих в технологических процессах и окружающем мире	Индивидуальное задание	Да	Нет
	Уметь Анализировать основные закономерности химических и физикохимических явлений, происходящих в технологических процессах и окружающем мире	Индивидуальное задание	Да	Нет
		Вопросы к экзамену	Нет	Да
ОПК-2.6 Обеспечивает проведение технологического процесса в соответствии с регламентом	Уметь Определять целесообразные значения параметров технологического режима биотехнологического производства	Индивидуальное задание	Да	Нет
		Вопросы к экзамену	Нет	Да
	Знать Основные параметры технологического режима биотехнологического производства	Вопросы к экзамену	Нет	Да
		Индивидуальное задание	Да	Нет
Биореакторы				
ОПК-1.2 Анализирует химические и физико-химические явления, происходящие в технологических процессах и окружающем мире	Уметь Анализировать основные закономерности химических и физикохимических явлений, происходящих в технологических процессах и окружающем мире	Вопросы к экзамену	Нет	Да
	Знать Основные закономерности химических и физико-химических явлений, происходящих в технологических процессах и окружающем мире	Вопросы к экзамену	Нет	Да
	Владеть Навыком анализа основных закономерностей химических и физикохимических явлений, происходящих в технологических процессах и окружающем мире			
ОПК-2.6 Обеспечивает проведение технологического процесса в соответствии с регламентом	Знать Основные параметры технологического режима биотехнологического производства	Вопросы к экзамену	Нет	Да
	Уметь Определять целесообразные значения параметров технологического режима биотехнологического производства	Вопросы к экзамену	Нет	Да

Типовые контрольные задания или иные материалы для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения ОПОП

Индивидуальное задание

Индивидуальное задание представляет собой форму контроля для демонстрации обучающимся умений работать с объектами изучения, научно-техническими источниками, справочной литературой, логично и грамотно излагать собственные выводы.

Индивидуальное задание включает в себя две задачи.

Задача 1: Определить путём графического анализа экспериментальных данных характер ингибирования каталитической активности фермента.

Задача 2. Выполнить технологический расчёт метантенка.

Постановка задач, методика решения и варианты заданий приведены ниже.

Задача 1

Постановка задачи

Кинетика большинства ферментативных реакций описывается уравнением Михаэлиса-Ментена:

$$V = \frac{V_{\max} \times [S]}{K_m + [S]}, \quad (1)$$

где V – скорость ферментативной реакции,

V_{\max} – максимальная скорость ферментативной реакции, соответствующая состоянию насыщения фермента субстратом,

K_m – константа Михаэлиса,

$[S]$ – концентрация субстрата.

Константа Михаэлиса K_m и максимальная скорость ферментативной реакции V_{\max} – *кинетические константы*, определяемые, прежде всего, природой пары фермент – субстрат. Значения этих констант меняются под действием некоторых веществ – *ингибиторов*. Выделяют обратимое *конкурентное* ингибирование, в ходе которого субстрат и ингибитор конкурируют друг с другом за одни и те же центры связывания в молекуле фермента, и обратимое *неконкурентное* ингибирование, когда центры связывания разные. Присутствие конкурентного ингибитора *не меняет значения максимальной скорости реакции V_{\max}* : при любой концентрации ингибитора можно использовать настолько высокую концентрацию субстрата, что активность фермента будет максимальной. Введение же в систему неконкурентного ингибитора приводит к *уменьшению значения V_{\max}* . В обоих указанных случаях ингибирования устойчивость образуемого фермент-ингибиторного комплекса характеризуется *константой его диссоциации*.

В ходе решения первой задачи контрольной работы необходимо путем графического анализа экспериментальных данных (табл. 1) определить:

- 1) является ли ингибирование конкурентным или неконкурентным;
- 2) значения кинетических констант V_{\max} и K_m ферментативной реакции;
- 3) значение константы диссоциации фермент-ингибиторного комплекса.

Исходные данные

1. Концентрация субстрата $[S]$, ммол.
2. Концентрация ингибитора $[I]$, ммол.
3. Скорость ферментативной реакции в отсутствие ингибитора V , мг/мин.
4. Скорость ферментативной реакции в присутствии ингибитора V_I , мг/мин.

Методика анализа

Для графической интерпретации экспериментальных данных уравнение Михаэлиса-Ментена можно алгебраически преобразовать в более удобную форму. Одно из наиболее распространенных преобразований сводится к тому, что приравнивают друг другу величины,

обратные левой и правой частям уравнения (1):

$$\frac{1}{V} = \frac{K_m + [S]}{V_{\max} \times [S]} \quad (2)$$

или

$$\frac{1}{V} = \frac{K_m}{V_{\max}} \times \frac{1}{[S]} + \frac{1}{V_{\max}} \quad (3)$$

Согласно последнему уравнению – уравнению Лайнуивера-Берка – график, построенный в координатах $1/V - 1/[S]$, представляет собой прямую линию, отсекающую на осях координат отрезки, равные $1/V_{\max}$ (на оси ординат) и $-1/K_m$ (на оси абсцисс).

Таким образом, анализ экспериментальных данных сводится к следующей процедуре:

- 1) определение обратных значений скоростей ферментативной реакции (V и V_I) и концентрации субстрата ($[S]$);
- 2) построение графиков в координатах $1/V - 1/[S]$ и $1/V_I - 1/[S]$ (это построение удобнее выполнить в едином масштабе в одной координатной системе);
- 3) определение значений кинетических констант по координатам точек пересечения прямых с осями координат;
- 4) определение характера ингибирования.

Примерные варианты заданий для решения задачи 1

Таблица 1

Номер варианта	Кинетические параметры ферментативной реакции	Экспериментальные значения кинетических параметров					
		1,5	2,0	3,0	4,0	10,0	15,0
1	[S]	1,5	2,0	3,0	4,0	10,0	15,0
	V	0,225	0,267	0,327	0,369	0,480	0,514
	[I]				10		
2	V _I	0,038	0,044	0,055	0,062	0,080	0,086
	[S]	1,5	2,0	3,0	4,0	10,0	15,0
	V	0,164	0,200	0,257	0,300	0,429	0,474
3	[I]				15		
	V _I	0,060	0,078	0,110	0,138	0,256	0,317
	[S]	1,5	2,0	3,0	4,0	10,0	15,0
4	V	0,103	0,133	0,189	0,240	0,462	0,581
	[I]				20		
	V _I	0,026	0,033	0,047	0,060	0,115	0,145
5	[S]	1,5	2,0	3,0	4,0	10,0	15,0
	V	0,044	0,057	0,080	0,100	0,182	0,222
	[I]				25		
6	V _I	0,034	0,044	0,063	0,080	0,154	0,194
	[S]	1,5	2,0	3,0	4,0	10,0	15,0
	V	0,089	0,114	0,160	0,200	0,364	0,444
7	[I]				30		
	V _I	0,056	0,071	0,100	0,125	0,227	0,278
	[S]	1,5	2,0	3,0	4,0	10,0	15,0
8	V	0,429	0,500	0,600	0,667	0,833	0,882
	[I]				35		
	V _I	0,176	0,222	0,300	0,364	0,588	0,682
9	[S]	1,5	2,0	3,0	4,0	10,0	15,0
	V	0,133	0,171	0,240	0,300	0,545	0,667
	[I]				40		
10	V _I	0,100	0,129	0,180	0,225	0,409	0,500
	[S]	1,5	2,0	3,0	4,0	10,0	15,0
	V	0,086	0,100	0,120	0,133	0,167	0,176
11	[I]				45		
	V _I	0,055	0,067	0,086	0,100	0,143	0,158
	[S]	1,5	2,0	3,0	4,0	10,0	15,0
12	V	0,052	0,067	0,092	0,114	0,200	0,240
	[I]				10		
	V _I	0,039	0,050	0,069	0,086	0,150	0,180
13	[S]	1,5	2,0	3,0	4,0	10,0	15,0
	V	0,104	0,133	0,185	0,229	0,400	0,480
	[I]				15		
14	V _I	0,077	0,100	0,141	0,178	0,333	0,414

Задача 2

Постановка задачи

В ходе биологической очистки сточных вод образуются осадки первичных отстойников и избыточный активный ил. Одно из направлений утилизации этих отходов включает в себя метановое (анаэробное) сбраживание – процесс разложения органических веществ до конечных продуктов, в основном метана и диоксида углерода, в результате жизнедеятельности сложного комплекса микроорганизмов. Образующийся биогаз может быть использован в качестве топлива в котельных очистных сооружений. Сброженный осадок подвергается дальнейшей обработке, включающей его санитарное обеззараживание и обезвоживание, после чего может использоваться, в частности, в качестве удобрения.

Названный процесс осуществляется в специальном сооружении – метантенке, расчет которого составляет вторую задачу контрольной работы.

Исходные данные

1. Количество сырого осадка первичных отстойников Q_1 , м³/сут.
2. Количество избыточного активного ила Q_2 , м³/сут.
3. Влажность: - осадка первичных отстойников W_1 , %.
- избыточного активного ила W_2 , %.
4. Зольность смеси осадка и ила A , %.

Последовательность расчета

1. Определение концентрации сухого беззольного вещества, загружаемого в метантенк, кг/м³:

$$S = \rho \times (100 - W) \times (100 - A) \times 10^{-4}, \quad (4)$$

где: ρ - плотность сбраживаемой массы, кг/м³;

W - средняя влажность сбраживаемой массы, %.

Значения ρ и W рассчитываются следующим образом:

$$\rho = \frac{\rho_1}{100 + W \times (\rho_1 \times 10^{-3} - 1)} \times 100, \quad (5)$$

где $\rho_1 = 1710$ кг/м³ – истинная плотность твердой фазы сбраживаемой массы (принимается по экспериментальным данным);

$$W = \frac{Q_1}{Q} \times W_1 + \frac{Q_2}{Q} \times W_2, \quad (6)$$

где $Q = Q_1 + Q_2$.

2. Расчет нагрузки на метантенк по сухому беззольному веществу, кг/м³ × сут.:

$$d = \frac{S}{\tau}, \quad (7)$$

где $\tau = 10$ сут. - продолжительность сбраживания (принимается по экспериментальным данным).

3. Расчет удельного выхода биогаза на единицу массы загрузки сухого беззольного вещества, м³/кг:

$$B_{уд.} = B - K \times \tau^{-1}, \quad (8)$$

где $B = 0,476$ м³/кг – предельный выход биогаза на единицу массы загруженного в метантенк органического вещества при бесконечной продолжительности сбраживания. Принимается по экспериментальным данным;

K – коэффициент, определяемый по эмпирической формуле:

$$K = \frac{38 \times S - 205}{100 \times (t - 17,8)}, \quad (9)$$

где t – температура процесса в метантенке (при мезофильном режиме сбраживания $t = 33$ °C).

4. Определение скорости выхода биогаза, $\text{м}^3/\text{м}^3 \times \text{сут.}$:

$$\frac{b}{\tau} = B_{\text{уд.}} \times d. \quad (10)$$

5. Расчет необходимого рабочего объема метантенка, м^3 :

$$V = Q \times \tau. \quad (11)$$

6. Общий объем получаемого биогаза, $\text{м}^3/\text{сут.}$:

$$B_{\text{общ.}} = V \times \frac{b}{\tau}. \quad (12)$$

7. Степень разложения органического вещества, %:

$$R = B_{\text{уд.}} \times \rho_{\text{газа}} \times 100, \quad (13)$$

где $\rho_{\text{газа}}$ - плотность биогаза. По экспериментальным данным $\rho_{\text{газа}} = 1,1 \text{ кг/м}^3$.

Примерные варианты заданий для решения задачи 2

Таблица 2

Номер варианта	Q_1	Q_2	W_1	W_2	A
1	300	900	93	95	30
2	310	910	94	96	31
3	320	920	95	97	32
4	330	930	96	98	33
5	340	940	93	95	34
6	350	950	94	96	30
7	360	960	95	97	31
8	370	970	96	98	32
9	380	980	93	95	33
10	390	990	94	96	34

Обучающимся выдается вариант индивидуального задания. Результаты работы представляются в форме расчёта.

Контроль выполнения индивидуального задания осуществляется в форме консультаций, в том числе и посредством общения по электронной почте.

Преподаватель проверяет содержащиеся в индивидуальном задании расчёты и выставляет оценку в форме «зачет»/«незачет».

Перечень вопросов для подготовки к промежуточной аттестации (экзамену)

1. История и перспективные направления развития микробиологии и биотехнологии.
2. Мировой рынок биотехнологической продукции.
3. Элементный состав живого вещества.
4. Биомолекулы.
5. Иерархия молекулярной организации клетки.
6. Структура клетки. Эукариотические и прокариотические клетки.
7. Особенности превращения вещества и энергии в клетке.
8. Типы питания микроорганизмов. Варианты конструктивного и энергетического обмена.
9. Саморегуляция клеточных реакций.

10. Классификация и номенклатура ферментов.
11. Кофакторы ферментов. Понятие, виды, основные функции.
12. Зависимость скорости ферментативной реакции от концентрации субстрата.
13. Ингибирование ферментов. Обратимое и необратимое, конкурентное и неконкурентное ингибирование.
14. Виды мультиферментных систем.
15. Регуляторные ферменты. Понятие и свойства.
16. Кинетические закономерности ферментативных реакций. Явление насыщения фермента субстратом.
17. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Физический смысл кинетических параметров.
18. Расчёт кинетических параметров биохимических реакций. Построения Лайнуивера-Берка и Эди-Хофсти.
19. Зависимость скорости ферментативной реакции от присутствия кофакторов.
20. Влияние pH среды на активность фермента.
21. Основные механизмы переноса вещества через клеточную мембрану.
22. Инженерная энзимология. Основные задачи инженерной энзимологии.
23. Преимущества использования иммобилизованных ферментов в прикладных целях.
24. Иммобилизация ферментов. Требования к носителям для иммобилизации ферментов.
25. Природные полимерные носители для иммобилизации ферментов.
26. Синтетические органические носители для иммобилизации ферментов.
27. Биодеградация полимерных носителей для иммобилизации ферментов.
28. Неорганические носители для иммобилизации ферментов.
29. Адсорбционная иммобилизация ферментов.
30. Иммобилизация ферментов путем включения в гели.
31. Иммобилизация ферментов с использованием полупроницаемых мембран и систем двухфазного типа.
32. Основные принципы конструирования препаратов ковалентно иммобилизованных ферментов.
33. Эффекты распределения реагентов в катализе иммобилизованными ферментами.
34. Кинетические закономерности катализа иммобилизованными ферментами. Влияние иммобилизации на состояние фермента.
35. Практическое использование иммобилизованных ферментов. Получение глюкозо-фруктозных сиропов.
36. Промышленные процессы с использованием иммобилизованных ферментов. Получение L-аминокислот.
37. Биокатализ в тонком органическом синтезе. Модификация пенициллинов.
38. Иммобилизованные ферменты в микроанализе.
39. Основные типы иммобилизованных биокаталитических систем. Иммобилизованные ферменты и клетки.
40. Основные типы иммобилизованных биокаталитических систем. Иммобилизованные клеточные органеллы и комбинированные препараты (соиммобилизация).
41. Подготовка биологических объектов как начальная стадия биотехнологического процесса. Подбор объектов.
42. Технологические требования к биологическому объекту, используемому в биотехнологическом процессе.
43. Селекция как метод подготовки биологических объектов для биотехнологического процесса. Спонтанные и индуцированные мутации.
44. Генная инженерия как метод подготовки биологических объектов для биотехнологического процесса.
45. Основные этапы конструирования рекомбинантной ДНК.
46. Проблема поддержания чистоты биологического объекта. Автоселекция.
47. Основные методы сохранения ценных штаммов продуцентов.
48. Классификация процессов промышленной биотехнологии по признаку целевого продукта.

49. Основные стадии биотехнологического производства.
50. Виды питательных сред для культивирования биообъектов, их состав.
51. Ферментация как центральный этап биотехнологического процесса.
52. Основные технологические проблемы стадии ферментации биотехнологического процесса: асептика, аэрация, термостатирование, полнота исчерпания компонентов питательной среды.
53. Выделение и очистка продукта в биотехнологии. Варианты организации этой стадии.
54. Основные методы отделения биомассы от культуральной жидкости: флотация, фильтрация, центрифугирование.
55. Физические, химические и химико-ферментативные методы дезинтеграции клеток при выделении продукта в биотехнологическом процессе.
56. Основные методы отделения целевого продукта от культуральной жидкости: осаждение, экстракция, адсорбция, аффинная хроматография, электрофорез.
57. Основные методы концентрирования продукта в биотехнологии: обратный осмос, ультрафильтрация, выпаривание. Их достоинства и недостатки.
58. Химическая модификация продукта. Назначение и место этой операции в биотехнологическом процессе.
59. Стабилизация продукта микробиологического синтеза. Назначение и место этой операции в типовом биотехнологическом процессе.
60. Классификация биореакторов по гидродинамическому режиму, способу организации процесса во времени и методам подвода энергии на перемешивание и аэрацию.
61. Система эффективного перемешивания и гомогенизации питательной среды в биореакторе.
62. Системы теплообмена, пеногашения и стерилизации сред, аппаратуры и воздуха в биореакторе.

Образец экзаменационного билета



Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра «Химическая технология и промышленная экология»
(наименование кафедры)

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

по дисциплине «Основы биотехнологии»
(наименование дисциплины)

Специальность (направление) 18.03.02 Факультет Заочный Курс 4
(шифр) (наименование факультета) (номер)

1. Классификация процессов промышленной биотехнологии по признаку целевого продукта.
2. Кинетическое уравнение ферментативной реакции. Его вывод, физический смысл параметров.

Составитель: _____
_____ доцент Б.Ю.Смирнов

Заведующий кафедрой

«__» _____ 20__ г.

«__» _____ 20__ г.

**Методические материалы, определяющие процедуры оценивания
знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций.
Описание шкал оценивания**

Процедура оценивания представлена в табл. и реализуется поэтапно:

1-й этап процедуры оценивания: оценивание уровня достижения каждого из запланированных результатов обучения – дескрипторов (знаний, умений, владений) в соответствии со шкалами и критериями, установленными картами компетенций ОПОП (Приложение 1 ОПОП). Экспертной оценке преподавателя подлежит сформированность отдельных дескрипторов, для оценивания которых предназначена данная оценочная процедура текущего контроля и промежуточной аттестации согласно матрице соответствия оценочных средств результатам обучения.

2-й этап процедуры оценивания: интегральная оценка достижения обучающимся запланированных результатов обучения по итогам отдельных видов текущего контроля и промежуточной аттестации.

Таблица

Характеристика процедуры промежуточной аттестации по дисциплине

№ п. п.	Наименование оценочного средства	Периодичность и способ проведения процедуры оценивания	Методы оценивания	Виды выставляемых оценок	Способ учета индивидуальных достижений обучающихся
1	Индивидуальное задание	Один раз в семестр/ письменно	Экспертный	зачтено/не зачтено	Журнал успеваемости
2	Промежуточная аттестация экзамен	Один раз в семестр; на экзамене	Экспертный	По пятибалльной шкале	Экзаменационная ведомость, зачетные книжки и учебные карточки, портфолио

Шкала и процедура оценивания сформированности компетенций

На этапе промежуточной аттестации используется система оценки успеваемости обучающихся, которая позволяет преподавателю оценить уровень освоения материала обучающимися. Критерии оценивания сформированности планируемых результатов обучения (дескрипторов) представлены в карте компетенции ОПОП.

Форма оценки знаний:

- экзамен оценивается по пятибалльной системе (оценка): 5 «отлично»; 4 «хорошо»; 3 «удовлетворительно»; 2 «неудовлетворительно»;
- индивидуальное задание оценивается «зачет / незачет».

Шкала оценивания

«Зачет» – выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций на 50% и более оценивается не ниже «удовлетворительно» при условии отсутствия критерия «неудовлетворительно». Выставляется, когда обучающийся показывает хорошие знания изученного учебного материала; самостоятельно, логично и последовательно излагает, и интерпретирует материалы учебного курса; полностью раскрывает смысл предлагаемого вопроса; владеет основными терминами и понятиями изученного курса; показывает умение переложить теоретические знания на предполагаемый практический опыт.

«Отлично» – выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций 80% более (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается критериями «хорошо» и «отлично», при условии отсутствия оценки «неудовлетворительно»: студент показал прочные знания основных положений фактического материала, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи повышенной сложности, свободно использовать справочную литературу, делать обоснованные выводы из результатов анализа конкретных ситуаций;

«Хорошо» – выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций на 60-80% и более (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается критериями «хорошо» и «отлично», при условии отсутствия оценки «неудовлетворительно», допускается оценка «удовлетворительно»: обучающийся показал прочные знания основных положений фактического материала, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи, предусмотренные рабочей программой, ориентироваться в рекомендованной справочной литературе, умеет правильно оценить полученные результаты анализа конкретных ситуаций;

«Удовлетворительно» – выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций 40–60% и более (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается критериями

«удовлетворительно», «хорошо» и «отлично»: обучающийся показал знание основных положений фактического материала, умение получить с помощью преподавателя правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой, знакомство с рекомендованной справочной литературой;

«Неудовлетворительно» «Незачет» – выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций менее чем 40% (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается критериями «удовлетворительно», «хорошо» и «отлично»: при ответе обучающегося выявились существенные пробелы в знаниях основных положений фактического материала, неумение с помощью преподавателя получить правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины.

Ответы и решения, обучающихся оцениваются по следующим общим критериям: распознавание проблем; определение значимой информации; анализ проблем; аргументированность; использование стратегий; творческий подход; выводы; общая грамотность.

Обучающиеся обязаны сдавать все задания в сроки, установленные преподавателем. Оценка «Удовлетворительно» по дисциплине, может выставляться и при неполной сформированности компетенций в ходе освоения отдельной учебной дисциплины, если их формирование предполагается продолжить на более поздних этапах обучения, в ходе изучения других учебных дисциплин.