

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»  
(ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по УР  
А.В. Бурмистров  
« 4 » 09 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

По дисциплине Б1.В.ОД.19 «Анализ и рациональное использование материальных и энергетических ресурсов в биотехнологии»

Направление подготовки (специальности) 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»

Программа подготовки Рациональное использование материальных и энергетических ресурсов

Квалификация (степень) выпускника БАКАЛАВР

Форма обучения ОЧНАЯ

Институт, факультет Пищевых производств и технологий, Пищевых технологий

Кафедра-разработчик рабочей программы Химической кибернетики

Курс, семестр 4, 7

	Часы	Зачетные единицы
Лекции	36	1
Практические занятия	-	-
Семинарские занятия	-	-
Лабораторные занятия	45	1,25
Самостоятельная работа	90	2,5
Форма аттестации	45	1,25
Всего	216	6

Казань, 2018 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (№ 227 от 12.03.2015г.)

по направлению 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»

для профиля «Рациональное использование материальных и энергетических ресурсов», на основании учебного плана (2018г.).

Разработчик программы:

Доцент



Мухачев С.Г.

Доцент



Валеева Р.Т.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ХК

протокол от 29.08.2018г. № 1

Зав. кафедрой



Кутузов А.Г.

### **СОГЛАСОВАНО**

Протокол заседания методической комиссии факультета или института, реализующего подготовку образовательной программы

от 06.09.2018г. № 1

Председатель комиссии, профессор



Сироткин А.С.

### **УТВЕРЖДЕНО**

Протокол заседания методической комиссии факультета или института, к которому относится кафедра-разработчик РП

от 06.09.2018г. № 1

Председатель комиссии, профессор



Сироткин А.С.

Начальник УМЦ



Китаева Л.А.

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины Б1.В.ОД.19 «Анализ и рациональное использование материальных и энергетических ресурсов в биотехнологии» являются

- а) формирование знаний о выборе биотехнологических агентов, способах приготовления и стерилизации питательных сред, посуды и оборудования,
- б) обучение технологии наработки биомасс микроорганизмов, методам контроля и управления процессами микробиологического синтеза,
- в) обучение методам оценки энергетических показателей биореакторных процессов и процессов подготовки питательных сред,
- г) обучение способам выбора аппаратуры для биотехнологических процессов,
- д) раскрытие сущности процессов, реализуемых в биологических реакторах, в том числе процессов массообмена,
- е) обучение методикам расчета материально-энергетических балансов процессов биосинтеза,
- ж) раскрытие содержания технологических регламентов и регламентов на проектирование микробиологических производств.

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.В.ОД.19 «Анализ и рациональное использование материальных и энергетических ресурсов в биотехнологии» относится к *вариативной* части ОП и формирует у бакалавров по направлению подготовки/специальности «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» набор знаний, умений, навыков и компетенций. Для успешного освоения дисциплины «Анализ и рациональное использование материальных и энергетических ресурсов в биотехнологии» *бакалавр* по направлению подготовки «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) Проблемы ресурсосбережения в регионе,
- б) Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии,
- в) Физико-химические методы анализа,
- г) Введение в биотехнологию.

Знания, полученные при изучении дисциплины «Анализ и рациональное использование материальных и энергетических ресурсов в биотехнологии» могут быть использованы при прохождении практик (*учебной, производственной, преддипломной*), выполнении *выпускных квалификационных* и могут быть использованы в научно-исследовательской и преподавательской деятельности по направлению подготовки «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии».

### **3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины**

ПК-2 способность участвовать в совершенствовании технологических процессов с позиций энерго - и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду.

ПК-8 способность использовать элементы эколого-экономического анализа в создании энерго - и ресурсосберегающих технологий.

ПК-12 способность систематизировать и обобщать информацию по формированию и использованию ресурсов предприятия.

ПК-14 способность применять современные методы исследования технологических процессов и природных сред, использовать компьютерные средства в научно-исследовательской работе.

ПК-16 способность моделировать энерго- и ресурсосберегающие процессы в промышленности.

#### ***В результате освоения дисциплины обучающийся должен:***

1) Знать:

- а) понятие парциального обмена веществ живой клетки;
- б) методы построения уравнений материального баланса процессов биосинтеза;
- в) понятие стехиометрического инварианта и связь расходных коэффициентов со стехиометрическими коэффициентами;
- г) факторы, определяющие динамику микробиологических процессов и производительность биореакторов;
- д) построение математических моделей кинетики процессов биосинтеза и биореакторных процессов;
- е) факторы, определяющие энергетическую эффективность процессов микробиологического синтеза;
- ж) структурное построение технологических регламентов и регламентов на проектирование микробиологических производств.

2) Уметь:

- а) выполнять построение уравнений материально-энергетического баланса аэробных и анаэробных процессов микробиологического синтеза, в частности: для процессов генерации биомасс продуцентов; для процессов синтеза вторичных экзометаболитов.
- б) разрабатывать модели динамики биореакторных процессов и систем;
- в) выполнять балансовые расчеты биотехнологических производств и формулировать критерии их эффективности;
- г) сравнивать варианты организации технологических процессов и систем на основе критериев энергетической эффективности и удельного расхода ресурсов;

д) разрабатывать технологические регламенты и регламенты на проектирование биотехнологических производств.

3) Владеть:

а) навыками выполнения научно-исследовательских работ в области разработки энерго-эффективных процессов переработки растительного сырья и отходов,

б) методами расчета технологических характеристик биореакторных процессов,

в) методами управления технологическими процессами микробиологического синтеза,

г) методами техно-химического контроля микробиологических производств,

д) методикой разработки лабораторных технологических регламентов на производство экспериментальных партий продуктов микробиологического синтеза и методикой подготовки исходных данных на проектирование биотехнологических производств.

#### 4. Структура и содержание дисциплины «Анализ и рациональное использование материальных и энергетических ресурсов в биотехнологии»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

№ п /п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Информационные и другие образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса	Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекции	Семинар	Лабораторные работы	СРС		
1	Мировые ресурсы и эффективная биотехнология.	7	4	-	12	20	Демонстрация презентации по материалу лекций. Работа с материалами Интернета. Использование Mathcad или Excel.	Тест
2	Межотраслевое кооперирование и комплексная переработка продукции сельского хозяйства.	7	2	-	-	6	Демонстрация презентации по материалу лекций. Работа с материалами Интернета. Использование Mathcad или Excel. Использование рабочих инструкций к лабораторным установкам.	Тест
3	Анализ и автоматизация биореакторных процессов.	7	6	-	8	10	Демонстрация презентации по материалу лекций. Использование рабочих инструкций к лабораторным установкам.	Тест, реферат, доклад
4	Стехиометрия микробного роста и продуктивного обмена.	7	8	-	6	10	Демонстрация презентации по материалу лекций. Работа с материалами Интернета. Использование Mathcad или Excel.	Тест, реферат, доклад
5	Массообмен кислорода в биореакторах.	7	2	-	8	10	Демонстрация презентации по материалу лекций. Использование Mathcad или Excel. Использование рабочих инструкций к установкам.	Тест, реферат, доклад
6	Кинетика микробиологических процессов.	7	4	-	-	6	Демонстрация презентации по материалу лекций. Работа с материалами Интернета. Использование Mathcad или Excel.	Тест, реферат, доклад
7	Архитектура биореакторного модуля.	7	4	-	3	12	Демонстрация презентации по материалу лекций. Использование Mathcad или Excel.	Тест, реферат, доклад
8	Алгоритмы управления биореакторными процессами.	7	2	-	2	6	Демонстрация презентации по материалу лекций. Работа с материалами Интернета. Использование Mathcad или Excel.	Тест, реферат, доклад
9	Структура технологических регла-	7	4	-	6	10	Демонстрация презентации по материалу лекций.	Тест

ментов и регламентов на проектирование биотехнологических производств.							
Раздел 1 – Раздел 9	7	-	-	-	-		<i>Оформление рефератов, защита курсовых работ</i>
		36	-	45	90		
Форма аттестации							<i>Экзамен</i>

**5. Содержание лекционных занятий по темам с указанием формируемых компетенций и используемых инновационных образовательных технологий.**

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Мировые ресурсы и эффективная биотехнология.	2	1.1. Использование ресурсов в контексте глобальных проблем современности.	Глобальные проблемы современности и переход к использованию возобновляемых ресурсов. Оценка энергоэффективности производственных процессов.	<i>ПК-2, ПК-8</i>
		2	1.2. Природопользование: принципы и концепции.	Экологические системы в структуре материального производства, их экономическая оценка.	<i>ПК-8</i>
2	Межотраслевое кооперирование и комплексная переработка продукции сельского хозяйства.	2	2. Биотехнологические системы в решении задач межотраслевого кооперирования и комплексной переработки продукции с/х.	Организационные принципы и экономическая эффективность кооперирования производств и комплексного использования ресурсов. Примеры.	<i>ПК-8, ПК-12</i>
3	Анализ и автоматизация биореакторных процессов.	2	3.1. Автоматизация лабораторных исследовательских биореакторных установок.	Принципы построения автоматизированных комплексов в экспериментальной микробиологии. Структура подсистем исследовательского биореактора.	<i>ПК-2, ПК-14</i>
		2	3.2. Источники погрешностей показателей, характеризующих биореакторные процессы.	Анализ соотношения погрешностей первичных измерений и расчетных величин при выполнении балансовых расчетов биореакторных процессов.	<i>ПК-14</i>
		2	3.3. Особенности реализации	Минимизация погрешности расчета	<i>ПК-12, ПК-14, ПК-16</i>

			промышленных экспериментов.	материального баланса на примере процесса переработки барды Шумбутского спиртового завода.	
4	Стехиометрия микробного роста и продуктного обмена.	2	4.1 Стехиометрия аэробного роста.	Понятие парциального обмена и физиологического базиса. Применение стехиометрических инвариантов к построению балансовых уравнений. Структура материального баланса процесса роста микроорганизмов в аэробных условиях. Идентификация параметров энергетического баланса микробного роста.	<i>ПК-2, ПК-14</i>
		2	-	Анализ примера построения материального баланса процесса роста спиртовых дрожжей в условиях лимитирования популяции кислородом.	<i>ПК-2, ПК-14</i>
		2	4.2. Стехиометрия продуктного обмена	Пример построения материально-энергетического баланса процесса биосинтеза лизина.	<i>ПК-2, ПК-14</i>
		2	4.3. Оперативная диагностика аэробного процесса культивирования микроорганизмов на примере этанолокисляющих дрожжей.	Уравнение сбалансированного роста и его применение к анализу физиологического состояния популяции микроорганизмов.	<i>ПК-14</i>
5	Массообмен кислорода в биореакторах.	2	5. Транспорт кислорода в биологических реакторах.	Транспорт кислорода, идентификация уравнений массопередачи кислорода в биореакторных процессах. Оценка массообменных характеристик биореакторов по сульфитной методике.	<i>ПК-2, ПК-16</i>
6	Кинетика микробиологических процессов.	2	6.1. Модели лимитирования и ингибирования процессов микробного роста и их параметрическая идентификация.	Детерминированные модели лимитирования и ингибирования. Метод Лайнуивера-Бэрка в задачах параметрической идентификации кинетических моделей.	<i>ПК-14</i>
		2	6.2. Модели процессов биосинтеза, модели переменной структуры.	Способы моделирования процессов биосинтеза в переменных условиях. Модель Либиха и примеры ее использования.	<i>ПК-14</i>

7	Архитектура биореакторного модуля.	2	7.1. Организация потоков в биореакторном модуле.	Варианты структуры биореакторного модуля. Расчет балансов потоков в биореакторных модулях. Примеры.	<i>ПК-12, ПК-14</i>
		2	7.2. Принципы моделирования биореакторных модулей и расчет эффективности использования питательных компонентов.	Выявление зависимости продуктивности биореакторного модуля от технологических параметров процесса. Примеры.	<i>ПК-12, ПК-16</i>
8	Алгоритмы управления биореакторными процессами.	2	8. Управление биореакторными процессами.	Алгоритмы управления биореакторными процессами. Хемостат, турбидостат, бистат, варианты оксистата.	<i>ПК-14</i>
9	Структура технологических регламентов и регламентов на проектирование биотехнологических производств.	2	9.1. Технологический регламент на производство продукции.	Структура исходных данных, условия их получения. Требования к системам АСНИ. Первичная обработка информации. Виды регламентов. Структура и порядок разработки технологического регламента на производство продукции.	<i>ПК-2, ПК-8, ПК-12, ПК-16</i>
		2	9.2 Структура регламента на проектирование биотехнологического производства.	Структура и порядок разработки регламента на проектирование производства. Исходные данные, необходимые для заказа нестандартного технологического оборудования.	<i>ПК-2, ПК-8, ПК-12, ПК-16</i>

## 6. Содержание семинарских, практических занятий

Проведение практических занятий не предусмотрено.

## 7. Содержание лабораторных занятий

Целью лабораторного практикума является освоение методик исследования и моделирования биореакторных процессов, технохимического контроля технологических процессов и оценки удельных затрат субстратов и энергии в производстве биопродуктов.

Очередность выполнения лабораторных работ определяется преподавателем.

№раздела	Раздел дисциплины	Часы	Тема лабораторной работы	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Мировые ресурсы и эффективная биотехнология.	12	1. Исследование процесса кислотного гидролиза целлюлозосодержащего сырья.	Экспериментальное исследование кинетики процесса гидролиза целлюлозосодержащего сырья. Анализ продуктов гидролиза. Кинетическая модель процесса	<i>ПК-2, ПК-8</i>

				гидролиза.	
3	Анализ и автоматизация биореакторных процессов.	2	3.1. Техника безопасности и охрана труда в биотехнологической лаборатории.	Инструктаж по технике безопасности при выполнении работ в биотехнологической лаборатории.	<i>ПК-2, ПК-16</i>
		2	3.2. Организация и оборудование биотехнологической лаборатории. Правила работы.	Изучение инструкций по эксплуатации к используемым в лабораторной практике приборам и оборудованию.	<i>ПК-2, ПК-16</i>
		2	3.3. Приготовление биотехнологической посуды для процесса культивирования дрожжей. Методы стерилизации.	Мойка и стерилизация лабораторной посуды. Термические и химические методы стерилизации. Требования асептики при выполнении работ с использованием питательных сред.	<i>ПК-2, ПК-14</i>
		2	3.4. Приготовление буферных, питательных растворов и растворов для хим. анализов.	Методики приготовления растворов заданных концентраций.	<i>ПК-2, ПК-14</i>
4	Стехиометрия микробного роста и продуктивного обмена.	4	4.1. Засев кормовых дрожжей.	Техника работы по засеву и пересеву музейных культур.	<i>ПК-2, ПК-14</i>
		2	4.2. Исследование процесса роста дрожжей на качалках.	Техника работы по культивированию дрожжей в качалочных колбах.	<i>ПК-2, ПК-14</i>
5	Массообмен кислорода в биореакторах.	4	5.1. Культивирование кормовых дрожжей в лабораторном биореакторе.	Подготовка и запуск биореактора. Операция засева. Кинетика периодического роста. Методика определения скорости дыхания популяции балансовым методом.	<i>ПК-2, ПК-14, ПК-16</i>
		4	5.2. Определение массообменных характеристик биореактора.	Исследование энергетической эффективности перемешивающего устройства с использованием сульфитной методики (3 варианта расчета сульфитного числа).	<i>ПК-2, ПК-16</i>
7	Архитектура биореакторного модуля.	2	7.1. Методика подготовки биотехнологических установок к проведению экспериментов.	Сборка технологической обвязки биореактора. Подготовка и стерилизация датчиков. Тарировка измерительных средств.	<i>ПК-14</i>
		1	7.2. Расчет производительности биореакторного модуля.	Расчетная работа по анализу зависимостей производительности биореакторного модуля (установки с рециклом, батареи) от конфигурации и режимных параметров.	<i>ПК-14, ПК-16</i>
8	Алгоритмы	2	8. Демонстрация	Демонстрация принципа	<i>ПК-14, ПК-16</i>

	управления биореакторными процессами.		процесса оксигенации.	оксигенация на примере культивирования сахаромицетов. Изменение дыхательной активности популяции от режима подачи доз субстрата.	
9	Структура технологических регламентов и регламентов на проектирование биотехнологических производств.	6	Биотехнологическое производство. Ознакомительная экскурсия (однодневная практика).	Экскурсия на биотехнологическое производство. Ознакомление с технологией, в том числе с методами обеспечения асептики.	ПК-8, ПК-12

## 8. Самостоятельная работа бакалавра

№ раздела	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
1	Динамика использования разведанных запасов мировых энергоресурсов.	4	<i>Сбор и анализ материала для реферата.</i>	ПК-8
	Динамика вовлечения в использование возобновляемых ресурсов в 21 веке.	4	<i>Сбор и анализ материала для реферата.</i>	ПК-8, ПК-12
	Производство биоэтанола в США и Бразилии.	4	<i>Сбор и анализ материала для реферата.</i>	ПК-12
	Биотехнологические программы регионов РФ.	4	<i>Сбор и анализ материала для реферата.</i>	ПК-2, ПК-8
	Процесс кислотного гидролиза целлюлозо-содержащего сырья.	4	<i>Сбор и анализ материала для реферата. Оформление отчета по лабораторной работе № 1.</i>	ПК-2, ПК-14
2	Комплексная переработка возобновляемого сырья.	6	<i>Сбор и анализ материала для реферата.</i>	ПК-2, ПК-8
3	Оснащение микробиологических и биотехнологических лабораторий.	10	<i>Сбор и анализ материала для реферата. Оформление отчета по лабораторным работам № 3.1 – 3.4.</i>	ПК-14
4	Питательные среды для процессов культивирования микроорганизмов.	6	<i>Сбор и анализ материала для реферата. Оформление отчета по лабораторной работе № 4.1.</i>	ПК-2, ПК-14
	Новые датчики pH и их технические характеристики.	4	<i>Сбор и анализ материала для реферата. Оформление отчета по лабораторной работе № 4.2.</i>	ПК-14
5	Новые датчики и анализаторы кислорода.	4	<i>Сбор и анализ материала для реферата. Оформление отчета по лабораторной работе № 5.1.</i>	ПК-14, ПК-16
	Расчет мощности перемешивающих устройств	6	<i>Сбор и анализ материала для реферата.</i>	ПК-16

	и диспергаторов газа.		<i>Оформление отчета по лабораторной работе № 5.2.</i>	
6	Кинетические характеристики процессов биосинтеза.	6	<i>Сбор и анализ материала для реферата.</i>	ПК-2, ПК-14
7	Порядок действий при подготовке лабораторного биореактора к экспериментальным работам.	6	<i>Оформление отчета по лабораторной работе № 7.1.</i>	ПК-14
	Производительность и продуктивность биореакторов в различных режимах работы.	6	<i>Сбор и анализ материала для реферата. Оформление отчета по лабораторной работе № 7.2.</i>	ПК-2, ПК-8, ПК-14, ПК-16
8	Способы управления биореакторными процессами. Эффективный алгоритм управления процессом микробного роста.	6	<i>Сбор и анализ материала для реферата. Оформление отчета по лабораторной работе № 8.</i>	ПК-2, ПК-16
9	Проектирование промышленных установок для реализации микробиологических процессов.	10	<i>Сбор и анализ материала для реферата.</i>	ПК-2, ПК-8, ПК-12, ПК-16
	Всего	90		

## 9. Использование рейтинговой системы оценки знаний

Рейтинговая система оценки знаний обучающихся реализуется на основании «Положения о балльно-рейтинговой системе оценки знаний студентов и обеспечения качества учебного процесса».

Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля. Максимальное и минимальное количество баллов по различным видам учебной работы описано в положении о балльно-рейтинговой системе.

При изучении дисциплины предусматривается выполнение 9 контрольных работ в форме тестов, 14 лабораторных работ и написание курсовой работы. За эти контрольные точки студент может получить максимальное кол-во баллов – 50 (По 0,778 б. за каждую контрольную работу, по 4 б. за лабораторные работы 1, 7, 8, 9, 13, 14, по 2 б. за остальные лабораторные работы и 7 б – за выполнение и защиту курсовой работы). За посещение лекционных занятий максимальное кол-во баллов – 6 б. В результате максимальный текущий рейтинг составит – 60 б. За экзамен студент может получить максимальное количество баллов – 40 б.

<b>Оценочные средства</b>	<b>Кол-во</b>	<b>Min, баллов</b>	<b>Max, баллов</b>
<b>Контрольные работы</b>	<b>9</b>	<b>4,2</b>	<b>7</b>
Тест 1	1	0,467	0,778
Тест 2	1	0,467	0,778
Тест 3	1	0,467	0,778
Тест 4	1	0,467	0,778
Тест 5	1	0,467	0,778

Тест 6	1	0,467	0,778
Тест 7	1	0,467	0,778
Тест 8	1	0,467	0,778
Тест 9	1	0,467	0,778
<b>Устный опрос по лабораторным работам:</b>	<b>14</b>	<b>23,2</b>	<b>40</b>
Работа 1	1	1,2	4
Работа 2	1	1,2	2
Работа 3	1	1,2	2
Работа 4	1	1,2	2
Работа 5	1	1,2	2
Работа 6	1	1,2	2
Работа 7	1	2,2	4
Работа 8	1	1,2	4
Работа 9	1	2,4	4
Работа 10	1	2,4	2
Работа 11	1	1,2	2
Работа 12	1	1,2	2
Работа 13	1	2,2	4
Работа 14	1	2,2	4
<b>Реферат</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>7</b>
Посещаемость		<b>3,6</b>	<b>6</b>
Всего:		<b>36</b>	<b>60</b>
Экзамен	<b>1</b>	<b>24</b>	<b>40</b>
Итого:		<b>60</b>	<b>100</b>

## 10. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

### 10.1 Основная литература

При изучении дисциплины «Анализ и рациональное использование материальных и энергетических ресурсов в биотехнологии» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу.

<b>Основные источники информации</b>	<b>Кол-во экз.</b>
1. Мухачев, С.Г. Методика лабораторного культивирования аэробных микроорганизмов и определение энергетических параметров микробного роста. Учебное пособие / С.Г. Мухачев.- Казань: Изд-во КНИТУ, 2011.- 80 с.	73 экз. в УНИЦ КНИТУ 4 экз. на каф. ХК
2. Нетрусов, А.И. Введение в биотехнологию / А.И. Нетрусов.- М.: Издательский центр «Академия», 2014.- 288с.	99 экз. в УНИЦ КНИТУ
3. Валеева, Р.Т. Гидролиз растительного сырья: учебное пособие / Р.Т. Валеева [и	70 экз. в УНИЦ КНИТУ 10 экз. на каф.ХК

др.] - Казань: Изд-во КНИТУ, 2015.- 88 с.	В ЭБ УНИЦ КНИТУ: <a href="http://ft.kstu.ru/ft/Valeeva-gidroliz_rastitelnogo_syrya.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/Valeeva-gidroliz_rastitelnogo_syrya.pdf</a> Доступ с любой точки интернета после регистрации по ip – адресам КНИТУ.
4. Луканин, А.В. Инженерная биотехнология: процессы и аппараты микробиологических производств / А.В. Луканин.- М.: Изд-во НИЦ ИНФРА-М, 2016.- 424 с.	В ЭБ УНИЦ КНИТУ: <a href="http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=527535">http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=527535</a> . Доступ с любой точки интернета после регистрации по ip – адресам КНИТУ.

## 10.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
1. Валеева, Р.Т. Солома как перспективное сырье для биотехнологических производств: монография / Р.Т. Валеева [и др.] - Казань: Изд-во КНИТУ, 2016.-144 с.	5 экз. в УНИЦ КНИТУ 60 экз. на каф.ХК
2. Виестур, У. Э. Биотехнология – биологические агенты, технология, аппаратура / У. Э. Виестур, И. А. Шмите, А. В. Жилевич. – Рига: 1987. 264с.	25 экз. в УНИЦ КНИТУ 8 экз. на каф.ХК
4. Иванов, В.Н. Стехиометрия и энергетика микробиологических процессов / В.Н.Иванов, Е.В. Стабникова.- Киев: Наукова Думка, 1987.- 152 С.	3 экз. на каф.ХК
5. Варфоломеев, С.Д. / Биотехнология. Кинетические основы микробиологических процессов / С.Д. Варфоломеев, С.В. Калужный.- М.: Высш. шк., 1990.-226 с.	185 экз. в УНИЦ КНИТУ 3 экз. на каф.ХК
6. Минкевич, И.Г. Материально-энергетический баланс и кинетика роста микроорганизмов / И.Г. Минкевич.- Москва-Ижевск: НИЦ «регулярная и хаотическая динамика; Институт компьютерных исследований, 2005.-352 с.	1 экз. в УНИЦ КНИТУ 4 экз. на каф.ХК
7. Уэбб, Ф. Биохимическая технология и микробиологический синтез / пер. с англ. П.Е. Швалева .— М. : Медицина, 1969 .— 560 с.	1 экз. в УНИЦ КНИТУ

8. Бирюков В.В. Основы промышленной биотехнологии [Учебник]: учеб. пособие для студентов вузов.- М.: КолосС: Химия, 2004.- 296 с.	74 экз. В УНИЦ КНИТУ
---	----------------------

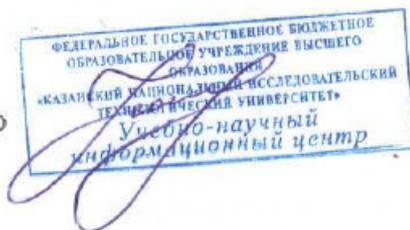
### 10.3 Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Анализ и рациональное использование материальных и энергетических ресурсов в биотехнологии» использование электронных источников информации:

1. ЭБ УНИЦ КНИТУ <http://ft.kstu.ru/ft/> .
2. ЭБС УНИЦ КНИТУ <http://znanium.com/>.

Согласовано:

Зав.сектором ОКУФ



## **11. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

Для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов на соответствие их достижений планируемым результатам обучения по дисциплине «Рациональное использование материальных и энергетических ресурсов» разработаны фонды оценочных средств (ФОС), которые являются составной частью рабочей программы по дисциплине «Рациональное использование материальных и энергетических ресурсов» и оформлены отдельным документом в соответствии с Положением о фонде оценочных средств по дисциплине (модулю) П-1.01-11.00-10.2017 (утверждается отдельно).

## **12. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).**

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины используются:

- для проведения лекционных занятий – аудитория, оснащенная мультимедийным оборудованием (проектор, экран, колонки) для чтения лекций-презентаций;
- для проведения лабораторных занятий – лаборатория «Инженерные проблемы биотехнологии» кафедры ХК, оснащенная современным оборудованием:
  - Лабораторный стенд с ферментером объемом 120 л типа Ф1-100
  - Лабораторный стенд с инокулятором 1 л типа А-1-1ме,
  - Лабораторный стенд с биореактором объемом 6 л, легкоразборным, конструкции Ю. Сеченкова (модуль биореакторный),
  - Установка для высокотемпературного гидролиза VR-201,
  - 2 установки для исследования кинетики процессов гидролиза,
  - Установка для ферментализации (модуль биореакторный с реактором объемом 6 л, легкоразборным, конструкции Ю. Сеченкова) ,
  - Качалка термостатируемая ISF1-X с колбами 250 и 700 мл.
  - Установка измерения бродильной активности, тип 12-250-2.
  - Фотоэлектрокалориметр КФК-3 – 3 – 01 – «ЗОМ»,.
  - Микроскоп Альтами-био с фотокамерой.
  - Сушильный шкаф ПЭ-4610.
  - Стерилизатор суховоздушный ESSO-170-8.
  - Автоклав WAGS-1100.
  - Баня водяная VL-32, 2 шт.
  - Термостаты водяные U-8, UT-8.
  - Весы лабораторные разные (ВЛТЭ-1100, ВЛ-210, ВСП-30/5-4Т, МК-15,2-А21).
  - Мультиметр Мультитест (рН, рO<sub>2</sub>-метр).
  - влагомера – анализатора влажности МХ-50.
  - Общелабораторное оборудование, химическая посуда;
- для самостоятельной работы – компьютерные классы, подключенные к

сети «Интернет» с обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ФГБОУ ВО «КНИТУ», представленную ресурсами сайта университета <http://www.kstu.ru>;

– методические пособия/указания для выполнения практических и лабораторных заданий;

– лицензионный доступ к ЭБС, БД и отдельным электронным версиям изданий из любой точки Интернет после регистрации с компьютеров ФГБОУ ВО «КНИТУ».

### **13. Образовательные технологии**

Основные интерактивные формы и удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, приведены в таблице:

Дисциплина	Интерактивные часы				Образовательные технологии
	Всего	Лек	Лаб.	Практ.	
ДС.01 «Анализ и рациональное использование материальных и энергетических ресурсов в биотехнологии»	30	12	18	-	Лекции и лабораторные работы с разбором конкретных ситуаций. Творческие задания.