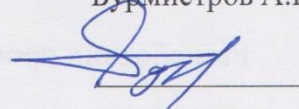


Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»
(ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по УР
Бурмистров А.В.



« 24 » 09. 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.Б.19 ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ БИОТЕХНОЛОГИИ

Направление подготовки 19.03.01. «Биотехнология»

Профили (специализации) подготовки - «Биотехнология», «Пищевая биотехнология»

Квалификация выпускника БАКАЛАВР

Форма обучения ОЧНАЯ

Институт, факультет Институт Пищевых Производств и Биотехнологий,
Факультет Пищевой Инженерии

Кафедра – разработчик рабочей программы - Процессы и аппараты химической
технологии (ПАХТ)

Курс 2,3 Семестр - 4,5,6
Курсовой проект – 6 семестр

	Часы	Зачетные единицы
Лекции	54	1,5
Практические занятия	54	1,5
Семинарские занятия	-	-
Лабораторные занятия	27	0,75
Самостоятельная работа	144	4
Форма аттестации	45 часов (Экз. 4 сем., Зачет 5 сем., курсовой проект 6 сем.)	1,25
Всего	324	9

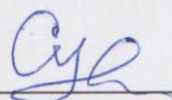
Казань, 2018 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования
№ 193 от 11.03.2015

по направлению 19.03.01. «Биотехнология»
для профиля (специализации) - «Биотехнология, Пищевая биотехнология»
на основании учебного плана, а также плана набора обучающихся 2016 – 2018гг.

Разработчик программы:

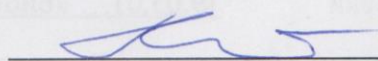
профессор



Суханов П.П.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПАХТ,
протокол от 31.08.2018 № 11

Зав. кафедрой



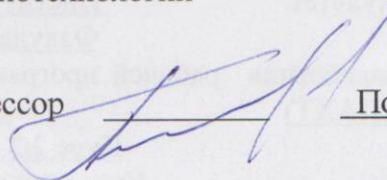
Клинов А.В.

СОГЛАСОВАНО

Протокол заседания методической комиссии Факультета Пищевой Инженерии
института пищевых производств и биотехнологии

от 04 сентября 2018 г. № 1

Председатель комиссии, профессор

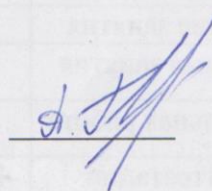


Поливанов М.А.

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания методической комиссии механического факультета
от 17 сентября 2018 г. № 8

Председатель комиссии, доцент



Гаврилов А.В.

Нач. УМЦ



Китаева Л.А.

Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Процессы и аппараты биотехнологии» (ПАБТ) являются:

- а) формирование знаний о теоретических основах процессов химической и биотехнологии, а также конструкциях аппаратов для их проведения,*
- б) обучение технологии получения конечного результата – выбора оптимальных режимных параметров протекающих процессов и расчета основных размеров соответствующих аппаратов,*
- в) обучение способам применения полученных знаний для решения практических задач,*
- г) раскрытие сущности процессов, происходящих в промышленных аппаратах.*

1. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина «Процессы и аппараты биотехнологии» относится к базовой части ООП и формирует у бакалавров по направлению подготовки 19.03.01. «Биотехнология» набор знаний, умений, навыков и компетенций.

Для успешного освоения дисциплины «Процессы и аппараты биотехнологии» бакалавр по направлению подготовки 19.03.01. «Биотехнология» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) математика,*
- в) физика,*
- г) общая и неорганическая химия,*
- д) инженерная графика.*

Дисциплина «Процессы и аппараты биотехнологии» является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин:

- а) биотехнологическое оборудование пищевых производств,*
- б) проектирование биотехнологических производств пищевых продуктов,*
- в) системы управления технологическими процессами,*
- г) промышленная микробиология.*

Знания, полученные при изучении дисциплины «Процессы и аппараты биотехнологии» могут быть использованы при прохождении производственной, преддипломной практик и выполнении выпускных квалификационных работ по направлению подготовки 19.03.01. «Биотехнология».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

1. ПК – 2 - способностью к реализации и управлению биотехнологическими процессами;
2. ПК - 12 - способностью участвовать в разработке технологических проектов в составе авторского коллектива;
3. ПК - 14 – способностью проектировать технологические процессы с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства в составе авторского коллектива.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

- 1) Знать:** а) основы теории переноса импульса, тепла и массы;
б) принципы физического моделирования технологических процессов;
в) основные уравнения движения жидкостей; основы теории теплопередачи; основы теории массопередачи в системах со свободной и неподвижной границей раздела фаз;
г) типовые процессы химической и биотехнологии, соответствующие аппараты и методы их расчета.
- 2) Уметь:** а) определять характер движения жидкостей и газов;
б) определять основные характеристики процессов тепло- и массопередачи;
в) рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного химико-технологического и (или) биотехнологического процесса.
- 3) Владеть:** а) методами технологических расчетов отдельных узлов и деталей химического и биотехнологического оборудования;
б) навыками проектирования простейших аппаратов химической и биотехнологической промышленности;
в) методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы соответствующего оборудования.

4. Структура и содержание дисциплины «Процессы и аппараты биотехнологии».

Общая трудоемкость дисциплины составляет 9 зачетных единиц, 324 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Оценочные средства для проведения промежут. аттестации по разделам
			Лек- ция	Практи- ческое занятие	Лабо- ра- тор- ные работы	СРС	
1	Введение	4	2	1		3	Защита лабораторных и расчетных (практических) работ
		5			1		
2	Теоретические основы курса	4	10	3		8	
		5			3		
3	Гидромеханические ПАБТ	4	16	4		45	
		5			7		
4	Теплообменные ПАБТ	4	8	16		25	
		5			5		
5	Массообменные ПАБТ	4	18	12			
		5			11		
Итого		4	54	36		81	
		5			27		
Форма аттестации		4					Экзамен
6	Курсовой проект	6		18		18	
Форма аттестации		6					Защита проекта
Итого		4, 5, 6	54	54	27	144	

5. Содержание лекционных занятий по темам с указанием формируемых компетенций.

№ п/п	Раздел Дисци- плины	Ча- сы	Тема лекцион- ного занятия	Краткое содержание	Форми- руемые компе- тенции
1	Введе- ние	2	1. Введе- ние в ПАБТ	Предмет, цели и задачи дисциплины, её роль в подготовке бакалавров по направлению «Биотехнология». Классификация основных процессов химической и биотехнологии. Научно-методический (понятийный) базис технологических дисциплин. Свойства флюидов и режимы их течения. Движение неньютоновских жидкостей (2 часа).	ПК-2 ПК-12 ПК-14
2	Теоре- тичес- кие основы курса	10	2. Меха- низмы и уравне- ния пере- носа	Иерархия характерных масштабов; способы усреднения; молекулярный, конвективный и турбулентный механизмы переноса; условия макроскопического проявления и направление процессов переноса субстанций; выражения для потоков массы, энергии и импульса за счет различных механизмов (2 часа.)	ПК-2 ПК-12 ПК-14
			3. Законы сохране- ния	Законы сохранения массы, импульса и энергии, их математическая запись в интегральной и локальной формах (уравнения Навье-Стокса, Эйлера, Бернулли, Фурье-Кирхгофа, нестационарные уравнения Фурье, Фика); исчерпывающее описание и аналогия процессов переноса (3 часа).	

3	Гидро механические ПАБТ	16	4. Моделирование	Цели, основные понятия и этапы математического и физического моделирования, теория подобия, проблема масштабного перехода; структура потоков в аппаратах, ее основные характеристики и модели (3 часа).	
			5. Межфазный перенос субстанций	Понятие о пограничных слоях; уравнения массо-, тепло- и импульсоотдачи в локальной и интегральной формах, подобие соответствующих процессов; определение коэффициентов массо-, тепло- и импульсоотдачи, аналогия процессов массо-, тепло- и импульсоотдачи; уравнения массо-, тепло- и импульсопередачи, определение соответствующих коэффициентов (2 часа).	
			6. Гидромеханика	<i>Гидродинамика</i> : характеристики движения сред (поток и его геометрические элементы, установившееся, равномерное и неравномерное, напорное и безнапорное течение; идеальная и реальная жидкость, виды напора, гидравлическое сопротивление, потерянные напор и давление, коэффициенты гидравлического сопротивления и трения). Уравнения движения и неразрывности для стабилизированного течения в цилиндрической трубе. <i>Гидростатика</i> : абсолютный и относительный покой, поле давления и поверхности равного давления, основное уравнение гидростатики. <i>Физическое моделирование импульсообмена</i> : истечение жидкости из отверстий, обтекание твердых тел, образование и движение газовых пузырей и капель, массовый барботаж, движение через слои зернистых материалов и насадок, псевдоожиженные слои, пневмо- и гидротранспорт. (6 часов).	ПК-2 ПК-12 ПК-14
			7. Перемещение жидкостей, сжатие и перемещение газов	Классификация насосов и их основные характеристики. Динамические насосы: центробежные, осевые, вихревые, струйные, газлифты; объемные насосы: поршневые, диафрагмовые, шестеренные, пластинчатые, винтовые, Монтежу. Сравнительный анализ работы насосов различных типов. Классификация компрессорных машин и их основные характеристики. Термодинамические основы процесса сжатия. Объемные компрессоры: поршневые, пластинчатые, водокольцевые, с двумя вращающимися поршнями; динамические компрессоры: центробежные, осевые. Сравнительный анализ работы компрессорных машин (4 часа)	ПК-2 ПК-12 ПК-14
			8. Разделение неоднородных систем	Неоднородные системы и методы их разделения. Отстаивание, конструкции отстойников, схема их расчета. Осаждение под действием центробежных сил. Циклоны, их конструкции и расчет. Осадительные центрифуги, их конструкции и расчет. Фильтрация суспензий: конструкции фильтров, фильтрующих центрифуг. Уравнения фильтрации. Расчет аппаратов для фильтрации. Очистка газов фильтрованием. Мокрая очистка газов, конструкции скрубберов. Очистка газов в электрическом поле, конструкции и расчет электроосадителей. Выбор аппаратов для разделения неоднородных систем (4 часа).	
			9. Перемешивание в жидких средах	Суть, цели, эффективность и интенсивность перемешивания. Механическое перемешивание. Классификация и конструкции мешалок. Характер движения жидкости в аппаратах с мешалками. Физическое моделирование процесса перемешивания. Определение мощности мешалки. Расчет мешалок. Пневматическое перемешивание. Другие способы перемешивания: в трубопроводах, с помощью смесителей, циркуляционное (2 часа).	

4	Тепло-обмен-ные ПАБТ	8	10. Теплообмен	Кондуктивный теплообмен в плоской и цилиндрической стенке, их термические сопротивления. Конвективный теплообмен: гидродинамический и тепловой пограничные слои; теплообмен в трубах при ламинарном и турбулентном режимах течения; физическое моделирование конвективного теплообмена (теплообмен с телами сложной формы, влияние на теплообмен изменения теплофизических характеристик теплоносителя, теплообмен при изменении фазового состояния теплоносителя); нестационарный теплообмен. Оптимизация и интенсификация теплообмена (4 часа).	ПК-2 ПК-12 ПК-14
			11. Пром. передача тепла.	Виды теплоносителей. Классификация и конструкции теплообменников. Методика расчета теплообменника (2 часа).	
			12. Выпаривание.	Способы выпаривания. Классификация и конструкции выпарных аппаратов. Схемы многокорпусных выпарных установок. Материальный и тепловой балансы выпарной установки. Температурные потери. Способы распределения полезной разности температур по корпусам. Методика расчета многокорпусной выпарной установки (2 часа).	
5	Массо-обмен-ные ПАБТ	18	13. Массо-обмен	Фазовые равновесия. Уравнения материального баланса, рабочих и равновесных линий. Модификации уравнений массопередачи: основное уравнение массопередачи, объемные коэффициенты массоотдачи и массопередачи, число и высота единиц переноса. Аналогия тепло – и массообмена. Упрощенные модели массоотдачи: пленочная, турбулентного диффузионного пограничного слоя Ландау-Левича, проникания и обновления поверхности. <i>Основы классификации и расчета массообменных аппаратов.</i> Технологический расчет аппаратов с непрерывным контактом фаз. Специфика расчета аппаратов со ступенчатым контактом фаз, теоретические тарелки, эффективность по Мэрффри, аналитический и графический способы определения числа тарелок (4 часа).	ПК-2 ПК-12 ПК-14
			14. Абсорбция	Особенности равновесия и массопередачи в процессе абсорбции. Схемы процесса абсорбции. Минимальный и оптимальный расходы абсорбента. Десорбция. Устройство и принципы работы абсорберов (2 часа).	
			15. Перегонка	Равновесие в двухкомпонентных парожидкостных системах. Простая перегонка (дистилляция): однократная, многократная, фракционная, с дефлегмацией. Непрерывная ректификация: схема установки, материальный баланс, рабочие линии, тепловой баланс, выбор флегмового числа, особенности расчета. Периодическая ректификация (4 часа).	ПК-2 ПК-12 ПК-14
			16. Экстракция	Способы бинарной экстракции. Одноступенчатая экстракция. Многоступенчатая перекрестная и противоточная экстракция. Непрерывная противоточная экстракция. Классификация и конструкции экстракторов (2 часа).	
			17. Сушка	Виды сушки. Равновесие при сушке, формы связи влаги с материалом. Материальный и тепловой балансы. Линия реальной сушки, кинетика процесса. Классификация и конструкция сушилок (2 часа).	
			18. Адсорбция и ионооб.	Равновесие при адсорбции. Кинетика процесса, схемы и стадии адсорбции. Классификация и конструкции адсорберов. Ионообмен. (2 часа).	
			19. Кристаллиз. и раствор.	Равновесие в системе кристалл-раствор. Кинетика процессов кристаллизации. Конструкции кристаллизаторов. (1 час).	
			20. Мембран. проц.	Типы мембран. Механизм и кинетика мембранных процессов. Конструкции мембранных аппаратов. (1 час).	

6. Содержание семинарских, практических занятий. Основными целями проведения практических занятий являются: закрепление и углубление знаний теоретического материала и приобретение навыков технологического расчета типовых аппаратов химической и биотехнологии. Для этого в 4 семестре предусматривается выполнение индивидуальных расчетных заданий. После ознакомления с лекционным материалом и выполнения лабораторных и практических занятий в предыдущих (4 и 5) семестрах, в 6 семестре предусматривается выполнение курсового проекта, что также обеспечивает более глубокое освоение студентами лекционного материала и получение навыков его практического использования.

№ п/п	Раздел дисци- плины	Часы	Тема семинара, практического занятия, лабораторного практикума 4 и 5 сем.	Краткое содержание	Форми- руемые компе- тенции
1	1, 2, 3	4	Расчет насосной установки для про- стого трубопровода	Расчет потребного напора для перемещения жидкости по гидравлической сети и подбор нормализованного насоса	ПК-2 ПК-12 ПК-14
2		2	Расчет циклона	Расчет центробежного пылеосадителя для улавливания из воздуха частиц заданного вещества	
3		2	Расчет мешалки	Определение мощности, необходимой для приведения в действие рамной мешалки	
4	4	8	Расчет кожухотрубчатого теплообменника	Подбор нормализованного кожухотрубчатого нагревателя с теплоносителем - водяным паром	
5		8	Расчет трехкорпусной выпарной установки	Выбор наилучшего из двух вариантов распределения полезной разности температур по корпусам выпарной установки	
6	5	4	Расчет насадочного абсорбера	Расчет высоты слоя насадки абсорбера, обеспечивающего заданную степень поглощения	
7		8	Расчет тарельчатой ректификационной колонны	Расчет тарельчатой ректификационной колонны непрерывного действия путем определения необходимого числа действительных тарелок с помощью к.п.д. колонны	
	Итого	36			

№ п/п	Раздел дисци- плины	Часы	Тема семинара, практического занятия, лабораторного практикума 6 сем.	Краткое содержание	Форми- руемые компе- тенции
8	6	6	Технологический расчет аппарата	Расчет основных размеров аппарата	ПК-2
9		6	Механический расчет аппарата	Выполнение прочностного и конструктивного расчета аппарата	ПК-12
10		6	Графическая часть курсового проекта	Исполнение технологической функциональной схемы установки и чертежа общего вида основного аппарата	ПК-14
	Итого	18			

7. Содержание лабораторных занятий. Лабораторные работы проводятся в помещении учебной лаборатории кафедры с использованием специального оборудования.

Цели лабораторного практикума заключаются в следующем:

1. Закрепление и углубление знаний по теории основных процессов химической и биотехнологии.
2. Приобретение и совершенствование навыков экспериментальных исследований. Освоение методов обработки опытных данных.
3. Изучение устройств, принципов действия, режимов работы аппаратов на примерах модельных установок.
4. Ознакомление с оборудованием и измерительными приборами, а также с организацией и методикой проведения экспериментов.
5. Приобретение и совершенствование навыков экспериментальных исследований. Освоение методов обработки опытных данных.
6. Изучение устройств, принципов действия, режимов работы аппаратов на примерах модельных установок.
7. Ознакомление с оборудованием и измерительными приборами, а также с организацией и методикой проведения экспериментов.

№ п/п	Разд ел дисц ипли ны	Час ы	Наименование лабораторной работы	Форми- руемые компе- тенции
1	1	1	Определение режима течения воды в цилиндрической трубе круглого сечения	ПК-2 ПК-12
2	2	1	Экспериментальная демонстрация уравнения Бернулли	ПК-14
3	2	2	Измерение давления и вакуума в покоящейся жидкости	ПК-2
4	3	1	Измерение расхода воды с помощью диафрагмы	ПК-12 ПК-14
5		1	Определение потерь напора в прямой цилиндрической трубе	ПК-2
6	3	1	Определение потерь напора в запорных устройствах	ПК-12 ПК-14
7		2	Испытание центробежного насоса	ПК-2
8	3	1	Определение скорости и расхода воды при истечении через отверстия и цилиндрический насадок	ПК-12 ПК-14
9		1	Изучение гидравлики зернистого слоя	ПК-2
10	4	1	Изучение процесса дистилляции	ПК-12 ПК-14
11	4	1	Изучение теплообмена в теплообменнике типа «труба в трубе»	ПК-2 ПК-12
12		3	Изучение структуры потоков в аппаратах и ее влияния на процесс теплопередачи. Часть I.	ПК-14
13	5	2	Изучение гидродинамики насадочной колонны	ПК-2 ПК-12 ПК-14
14		2	Изучение гидродинамики тарельчатых колонн	
15	5	2	Изучение процесса абсорбции	ПК-2 ПК-12 ПК-14
16		2	Изучение процесса ректификации	ПК-2
17	5	2	Изучение процесса конвективной сушки	ПК-12 ПК-14
18		1	Изучение процесса массоотдачи при растворении твердого вещества в аппарате с механическим перемешиванием	ПК-2 ПК-12 ПК-14

8. Самостоятельная работа бакалавра

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
1	Раздел дисциплины: Введение 1. Определение режима течения воды в цилиндрической трубе круглого сечения.	3	Подготовка к лабораторной работе, обработка результатов и оформление отчета	ПК-2 ПК-12 ПК-14
2	Раздел дисциплины: Теоретические основы курса 1. Экспериментальная демонстрация уравнения Бернулли 2. Измерение давления и вакуума в покоящейся жидкости	4 4	Подготовка к лабораторной работе, обработка результатов и оформление отчета ----- ÷ -----	ПК-2 ПК-12 ПК-14
3	Раздел дисциплины: Гидромеханические ПАБТ 1. Измерение расхода воды с помощью диафрагмы 2. Определение потерь напора в прямой цилиндрической трубе 3. Определение потерь напора в запорных устройствах 4. Испытание центробежного насоса 5. Определение скорости и расхода воды при истечении через отверстия и цилиндрический насадок 6. Изучение гидравлики зернистого слоя 7. Расчет насосной установки для простого трубопровода 8. Расчет циклона 9. Расчет мешалки	4 4 4 8 5 4 8 4 4	Подготовка к лабораторной работе, обработка результатов и оформление отчета ----- ÷ ----- ----- ÷ ----- ----- ÷ ----- ----- ÷ ----- ----- ÷ ----- ----- ÷ ----- Проведение и оформление расчетов ----- + ----- ----- + -----	ПК-2 ПК-12 ПК-14
4	Раздел дисциплины: Теплообменные ПАБТ 1. Изучение процесса дистилляции 2. Изучение теплообмена в теплообменнике типа «труба в трубе» 3. Изучение структуры потоков в аппаратах и ее влияния на процесс теплопередачи. Часть I. 4. Расчет кожухотрубчатого теплообменника 5. Расчет трехкорпусной выпарной установки	3 6 6 4 6	Подготовка к лабораторной работе, обработка результатов и оформление отчета ----- ÷ ----- ----- ÷ ----- Проведение и оформление расчетов ----- + -----	ПК-2 ПК-12 ПК-14

5	<u>Раздел дисциплины:</u> Массообменные ПАБТ			ПК-2 ПК-12 ПК-14
	1. Изучение гидродинамики насадочной колонны	3	Подготовка к лабораторной работе, обработка результатов и оформление отчета ----- ÷ -----	
	2. Изучение гидродинамики тарельчатых колонн	5	----- ÷ -----	
	3. Изучение процесса абсорбции	4	----- ÷ -----	
	4. Изучение процесса ректификации	6	----- ÷ -----	
	5. Изучение процесса конвективной сушки	7	----- ÷ -----	
	6. Изучение процесса массоотдачи при растворении твердого вещества в аппарате с механическим перемешиванием	6		
	7. Расчет насадочного абсорбера	6	Проведение и оформление расчетов	
6	8. Расчет тарельчатой ректификационной колонны	8	----- + -----	ПК-2 ПК-12 ПК-14
	<u>Разделы дисциплины:</u> Теплообменные ПАБТ, Массообменные ПАБТ. Курсовое проектирование	18	Выполнение технологического и механического расчета аппарата, графической части проекта	

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний. На основании «Положения о балльно-рейтинговой системе оценки знаний студентов и обеспечения качества учебного процесса» (Утверждено решением УМК Ученого совета ФГБОУ ВО «КНИТУ», протокол №7 от 4 сентября 2017 г.) *при оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины «Процессы и аппараты биотехнологии» используется рейтинговая система. Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля. Максимальное и минимальное количество баллов по различным видам учебной работы описано в положении о рейтинговой системе. В ней при расчете текущего рейтинга $R^{тек}$ за семестр каждая работа студента любого вида (лабораторная, расчетная, семинар) оценивается по пятибалльной шкале (возможны дробные оценки, например, 3.8 или 4.5), и работа считается зачѐтной, если изначальный балл ≥ 3 . В случае несвоевременной сдачи работы может вводиться понижающий коэффициент 0.8, а при отсутствии студента на занятии без уважительной причины и последующей отработки – коэффициент 0.6.*

По завершении семестра определяются средние баллы, набранные студентом по всем видам работ. Текущий рейтинг студента за семестр рассчитывается следующим образом:

$$R^{\text{тек}} = K \left(\sum_{i=1}^n a_i B_i \right),$$

где B_i - средний за семестр балл студента по работам вида i ;

a_i - весовой множитель (доля), определённый лектором для работ вида i ;

n – количество видов работ в семестре (лабораторные, расчетные, семинары);

K – множитель равный 20 для семестра без экзамена и равный 12 для семестра, завершающегося экзаменом.

Таким образом, максимальный текущий рейтинг в четвертом семестре равен 60 баллам, а в пятом и шестом – 100 баллов. Для допуска к экзамену текущий рейтинг студента должен составить от 36 до 60 баллов, и за экзамен студент может получить минимум 24 балла и максимум – 40 баллов.

Распределение весовых множителей и максимально возможных баллов для нахождения текущего рейтинга в каждом семестре определяется следующим образом: для четвертого и пятого семестра – $a_{\text{л}} = 0.5$ (50), расчетные задания $a_{\text{р}} = 0.5$ (50).

Определение итогового рейтинга и оценки по дисциплине

При положительной сдаче экзамена (защите проекта) студент может набрать R^3 от 24 до 40 баллов. При этом каждый вопрос экзамена также оценивается по пятибалльной шкале. Балл вопроса учитывается при расчете R^3 , если он ≥ 3 .

$$R^3 = 8 \left(\sum_{i=1}^B B_i^3 \right) / B,$$

Где B_i^3 -балл за соответствующий

экзаменационный вопрос, B – количество вопросов в билете.

При защите проекта R^3 определяется комиссией.

Итоговый рейтинг по дисциплине $R^{\text{дис}}$ находится суммированием баллов текущего $R^{\text{тек}}$ и экзаменационного $R^{\text{э}}$ рейтингов. Перевод итогового рейтинга в традиционную шкалу оценок осуществляется следующим образом:

$0 \leq R^{\text{дис}} < 60$ – неудовлетворительно;

$60 \leq R^{\text{дис}} < 73$ – удовлетворительно;

$73 \leq R^{\text{дис}} < 87$ – хорошо;

$87 \leq R^{\text{дис}} \leq 100$ – отлично. Таким образом:

Форма оценочного средства	Минимальный балл	Максимальный балл
4 семестр		
Защита расчетных и практических работ	36	60
Экзамен	24	40
Итого:	60	100
5 семестр		
Защита лабораторных работ	60	100
Итого: зачет	60	100
6 семестр		
Выполнение технологического и механического расчета аппарата	18	30
Графическая часть проекта	18	30
Защита курсового проекта	24	40
Итого:	60	100

10. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

10.1 Основная литература

При изучении дисциплины «Процессы и аппараты биотехнологии» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу.

Основные источники информации	Кол-во экз.
1. Касаткин, А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии / А.Г.Касаткин. – 14-е изд., стереотип. – М.: Альянс, 2008. – 750 с.	99 экз. в УНИЦ КНИТУ
2. Разинов А.И. Гидромеханические и теплообменные процессы и аппараты химической технологии: учебное пособие /А.И. Разинов, О.В. Маминов, Г.С. Дьяконов - Казань: изд-во КГТУ, 2007. – 212 с.	416 экз. в УНИЦ КНИТУ, Электронная библиотека (ЭБ) УНИЦ КНИТУ: http://ft.kstu.ru/ft/gtpaxt.pdf
3. Павлов, К.Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии / К.Ф. Павлов, П.Г. Романков, А.А. Носков. –13-е изд., стереотип. – М.: Альянс, 2007. – 575 с.	99 экз. в УНИЦ КНИТУ
4. Основные процессы и аппараты химической технологии: пособие по проектированию / Г.С. Борисов [и др.]; под ред. Ю.И. Дытнерского. – 3-е изд., стереотип. – М.: Альянс, 2007. – 496 с.	985 экз. в УНИЦ КНИТУ

10.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
1. Основы конструирования и расчета химической аппаратуры: справочник / А.А. Лащинский, А.Р. Толчинский. – 4-е изд., стереотип. – М: Арис. 2010. – 753 С..	1000 экз. в УНИЦ КНИТУ
2. Проектный расчет оптимальной ректификационной колонны с колпачковыми, ситчатыми и клапанными тарелками для разделения бинарной смеси: метод. указания / сост. Г.С. Дьяконов [и др.]; Казан. гос. технол. ун-т. – Казань, 2008. – 20 с.	10 экз. в УНИЦ КНИТУ, 250 экз. на каф. ПАХТ, ЭБ УНИЦ КНИТУ: http://ft.kstu.ru/ft/978-5-7882-XXX-djakonow_prrasoptkonkol.pdf
3. Проектирование оптимальной многокорпусной выпарной установки: метод. указания / сост. Ф.А. Абдулкашапова, А.И. Разинов, И.П. Анашкин; Казан. гос. технол. ун-т. – Казань, 2009. – 20 с.	11 экз. в УНИЦ КНИТУ, 53 экз. на каф. ПАХТ, ЭБ УНИЦ КНИТУ: http://ft.kstu.ru/ft/978-5-7882-XXX-Razinov-proektir-mnogokorp-ustanovki.pdf
4. Проектирование оптимального насадочного абсорбера: метод. указания / сост. А.И. Разинов, И.П. Анашкин, Л.Р. Миннибаева; Казан. нац. иссл. технол. ун-т. – Казань, 2014. – 20 с.	10 экз. в УНИЦ КНИТУ, 50 экз. на каф. ПАХТ, ЭБ в УНИЦ КНИТУ: http://ft.kstu.ru/ft/Razinov-proektirovanie_absorbera.pdf

10.3 Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Процессы и аппараты биотехнологий» в качестве электронных источников информации рекомендуется использовать следующие источники:

1. Электронный каталог УНИЦ КНИТУ – <http://ruslan.kstu.ru/>
2. ЭБС «ЮРАЙТ» - <http://www.biblio-online.ru/>
3. ЭБС «Руконт» - <http://rucont.ru/>
4. ЭБС «Лань» - <http://e.lanbook.com/>
5. ЭБС «КнигаФонд» - <http://www.knigafund.ru/>

Согласовано:

Зав. сектором ОКУФ



Усольцева И.И.

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

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся и итоговой (государственной итоговой) аттестации разрабатываются согласно положению о Фондах оценочных средств, рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформлены отдельным документом.

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

1. Лекционные занятия: а. комплект электронных презентаций/слайдов;

б. аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук);

2. Практические занятия: а. лаборатория гидравлики, оснащенная необходимым оборудованием,

б. лаборатория тепло-массообменных установок, оснащенная необходимым оборудованием;

с. шаблоны отчетов по лабораторным работам; д. компьютерный класс.

3. Прочее: а. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет; б. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

13. Образовательные технологии

Весь лекционный курс обеспечен учебными пособиями, раздаточным материалом и комплектом слайдов, что позволяет вести активный диалог со студентами. По ходу лекционных занятий и защиты лабораторных и расчетных работ организуются дискуссии между студентами. Занятия, проводимые в интерактивных формах, при изучении дисциплины «Процессы и аппараты биотехнологии» составляют 30 часов аудиторных занятий, требуемых учебным планом.