

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности

 И.Ю.Черникова

« 09 » июня 20 25 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Технология отбелки целлюлозы
(наименование)

Форма обучения: очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: бакалавриат
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: 180 (5)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 18.03.01 Химическая технология
(код и наименование направления)

Направленность: Химическая технология (общий профиль, СУОС)
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины – формирование комплекса знаний, умений и навыков в области теории и технологий отбеливания различных видов целлюлозы, предназначенной для химической переработки и для производства бумаги, состояния и тенденции развития технологии отбеливания целлюлозы с экологической и экономической точек зрения, устройства и работы всего технологического оборудования отбельного цеха.

Задачи дисциплины:

- изучение теоретических основ, технологии и технологических схем отбеливания различных видов целлюлозы разного назначения;
- изучение технологических режимов проведения отдельных ступеней обработки целлюлозы для получения белимой целлюлозы с показателями качества, отвечающими требованиям производства бумаги или химической переработки целлюлозы;
- формирование навыков контроля процессов и качества белимой целлюлозы;
- формирование умения выбора типа оборудования и его компоновки в технологической схеме отбеливания различных видов целлюлозы, факторов, влияющих на качество продукции;
- формирование навыков составления технологической схемы отбеливания целлюлозы и выбора условий работы всех его ступеней в зависимости от вида, качества и назначения продукции.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

теория и технология отбеливания целлюлозы различного назначения; технологические схемы и режимы всех стадий отбеливания и методы контроля процессов и готовой продукции; назначение, устройство и работа технологического оборудования отбельного цеха; тенденции развития техники и технологии отбеливания целлюлозы с экономической и экологической точек зрения.

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
-------------	-------------------	---	--	-----------------

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.4	ИД-1пк-2.4	Знать: – классификацию, свойства и показатели качества небеленой и беленой целлюлозы различного назначения; – теоретические основы и технологию отбели целлюлозы различного назначения; – факторы, влияющие на качество продукции, экономические и экологические показатели производства; – устройство и принцип работы оборудования отбельного цеха и их компоновку; – основные технико-экономические и экологические требования к технологии, оборудованию и продукции и существующие научно-технические средства их реализации	Знает основное технологическое оборудование и принципы его работы; технологические регламенты и режимы производства продукции ЦБП; параметры ведения технологического процесса производства продукции ЦБП; методы контроля качества выпускаемой продукции; нормативы качества и количества сточных вод, выбросов в атмосферу, отходов производства; требования охраны труда, пожарной безопасности.	Контрольная работа
ПК-2.4	ИД-2пк-2.4	Уметь: – использовать знания технологии и режимов работы для регулирования работы отдельных ступеней отбели целлюлозы и всего процесса в целом с целью достижения необходимых качественных показателей целлюлозы, экономических и экологических показателей;	Умеет производить надзор за работой оборудования; определять соответствие правил ведения технологического процесса требованиям технологического регламента на вырабатываемую продукцию; выявлять причины отклонения технологических параметров производства от заданных значений; проверять соответствие показателей качества используемого сырья, химикатов, вспомогательных материалов и готовой продукции требованиям	Контрольная работа

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
			нормативной документации; проверять соответствие фактических показателей качества и количества сточных вод выбросов в атмосферу, отходов производства действующим нормативам	
ПК-2.4	ИД-3пк-2.4	Владеть: – навыками анализа качества небеленой и беленой целлюлозы различного назначения; – навыками выбора рационального оборудования для каждого процесса отбельного цеха; – навыками расчета материальных балансов производства с целью минимизации потерь волокна на каждом этапе производства.	Владеет навыками мониторинга технологических параметров изготовления продукции ЦБП; контроля деятельности работников в части соблюдения ими правил ведения технологического процесса; контроля устранения работниками причин отклонений технологических параметров производства от заданных параметров; контроля соблюдения экологических нормативов при производстве ЦБП.	Дифференцированный зачет
ПК-2.5	ИД-1пк-2.5	Знать: - методики расчета норм расхода сырья, химикатов и вспомогательных материалов в отбелке целлюлозы.	Знает методики расчета норм расхода сырья, химикатов и вспомогательных материалов в ЦБП; технологический регламент производства продукции ЦБП.	Защита лабораторной работы
ПК-2.5	ИД-2пк-2.5	Уметь: - рассчитывать необходимое количество расходных материалов для обеспечения выпуска беленой целлюлозы в соответствии с заказами.	Умеет рассчитывать необходимое количество расходных материалов для обеспечения выпуска продукции ЦБП в соответствии с заказами.	Защита лабораторной работы
ПК-2.5	ИД-3пк-2.5	Владеть: - навыками определения потребности в сырье, химикатах для обеспечения технологического процесса производства продукции в требуемых объемах.	Владеет навыками определения потребности в сырье, химикатах, вспомогательных материалах для обеспечения технологического процесса производства продукции в требуемых объемах.	Курсовой проект

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		7
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	72	72
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:		
- лекции (Л)	32	32
- лабораторные работы (ЛР)	36	36
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)		
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4
- контрольная работа		
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	108	108
2. Промежуточная аттестация		
Экзамен		
Дифференцированный зачет	9	9
Зачет		
Курсовой проект (КП)	36	36
Курсовая работа (КР)		
Общая трудоемкость дисциплины	180	180

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
7-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Теория процессов отбелки целлюлозы	16	10	0	54
Цель и способы отбелки целлюлозы Тема 1. Реагенты, применяемые для отбелки целлюлозы: - хлорсодержащие реагенты: молекулярный хлор, гипохлориты, диоксид хлора, монооксид хлора, хлорит натрия – свойства их, сравнение с технологической, экономической и экологической точек зрения; - кислородные и другие отбеливающие реагенты: кислород, пероксид водорода, озон, надуксусная кислота, ферментные препараты. Тема 2. Теоретические основы делигнификации целлюлозы: - хлорно-щелочная делигнификация целлюлозы, варианты делигнификации при отбелке сульфитной и сульфатной целлюлозы; их экологическая, технологическая и экономическая характеристика; - делигнификация целлюлозы кислородом и кислородосодержащими реагентами, а также с использованием ферментных препаратов; их технологическая, экономическая и экологическая характеристика, влияние на качество продукции. Тема 3. Теоретические основы отбелки (добелки) целлюлозы: - отбелка целлюлозы хлорсодержащими (гипохлоритами, диоксидом хлора, хлоритом натрия) и окислительными кислородсодержащими (пероксидом водорода, озоном и др.) отбеливающими реагентами; - кислотка отбеленной целлюлозы. Технологическая, экономическая и экологическая характеристика всех способов отбелки целлюлозы. Влияние на качество беленой целлюлозы. Тема 4. Облагораживание целлюлозы: - назначение, задача и способы облагораживания целлюлозы; - горячее щелочное облагораживание: процессы и реакции, протекающие при горячем облагораживании; факторы и условия горячего облагораживания, влияние на качество продукции; использование отработанных щелоков от горячего облагораживания; - холодное щелочное облагораживание: процессы и реакции, протекающие при холодном облагораживании; факторы, условия проведения и				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
результаты холодного облагораживания, влияние на качество целлюлозы. Тема 5. Обессмоливание целлюлозы: - причины, вызывающие необходимость обессмоливания целлюлозы. Виды целлюлозы, подвергаемые обессмоливанию; - методы обессмоливания небеленой целлюлозы и целлюлозы в процессе отбелки.				
Техника отбелки и облагораживания	16	26	0	54
Тема 6. Получение отбеливающих реагентов: - получение гипохлорита натрия и кальция, приготовление отбеливающих растворов; - получение диоксида хлора: применяемые на практике способы получения, составы получаемых растворов, преимущества и недостатки способов. Тема 7. Современные схемы отбелки и облагораживания целлюлозы: - общая схема процесса отбелки целлюлозы; - схемы отбелки сульфитной и сульфатной целлюлозы для бумаги, особенности их, назначение отдельных ступеней обработки и используемые реагенты. - схемы отбелки и облагораживания сульфитной и сульфатной целлюлозы для химической переработки, особенности их, назначение отдельных ступеней обработки и используемые реагенты. Тема 8. Современные тенденции в отбелке целлюлозы: - короткие схемы отбелки, переход к бесхлорным схемам отбелки, отбелка целлюлозы методом вытеснения (динамическая отбелка), отбелка целлюлозы в газовой фазе. Тема 9. Оборудование для отбелки и облагораживания целлюлозы: - башни отбельные для различных ступеней отбелки и облагораживания, оборудование для промывки целлюлозы между ступенями отбелки, смесители массы с химикатами перед различными ступенями отбелки; - оборудование для обессмоливания небеленой целлюлозы; - компоновка оборудования отбельных цехов. Тема 10. Водооборот и промышленные выбросы отбельного цеха и их очистка: - рациональная схема водооборота и водопользования в отбельных цехах, работающих по				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
ЕСФ и ТСФ-технологиям; - газовые выбросы отбелного цеха, их регенерация и обезвреживание; - сточные воды отбелного цеха: характеристика сточных вод отдельных ступеней отбелки целлюлозы, внутрицеховые способы очистки и рекуперации сточных вод.				
ИТОГО по 7-му семестру	32	36	0	108
ИТОГО по дисциплине	32	36	0	108

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Анализ отбеливающих реагентов
2	Проведение процессов делигнификации отбеливаемого образца целлюлозы
3	Проведение процессов отбеливающих ступеней обработки целлюлозы. Кисловка целлюлозы
4	Определение белизны и выхода белевой целлюлозы
5	Определение содержания в небеленой и белевой целлюлозе смол и жиров
6	Определение содержания в небеленой и белевой целлюлозе альфа-целлюлозы
7	Определение медного числа небеленой и белевой целлюлозы

Тематика примерных курсовых проектов/работ

№ п.п.	Наименование темы курсовых проектов/работ
1	Проект отбелного цеха сульфитцеллюлозного завода по выпуску белевой целлюлозы марки АК-3 (для производства бумаги)
2	Проект отбелного цеха сульфитцеллюлозного завода по выпуску белевой целлюлозы марки А (для производства бумаги)
3	Проект отбелного цеха сульфитцеллюлозного завода по выпуску белевой целлюлозы марки АК-2 (для производства бумаги)
4	Проект отбелного цеха сульфатцеллюлозного завода по выпуску белевой целлюлозы марки ХБ-1 (для производства бумаги)
5	Проект отбелного цеха сульфатцеллюлозного завода по выпуску белевой целлюлозы марки ХБ-2 (для производства бумаги)
6	Проект отбелного цеха сульфатцеллюлозного завода по выпуску белевой целлюлозы марки ХБ-4 (для производства бумаги)
7	Проект отбелного цеха сульфатцеллюлозного завода по выпуску белевой целлюлозы марки ОБ-2 (для производства бумаги)

№ п.п.	Наименование темы курсовых проектов/работ
8	Проект отбелного цеха сульфатцеллюлозного завода по выпуску беленой целлюлозы марки ОБ-1(для производства бумаги)
9	Проект отбелного цеха сульфитцеллюлозного завода по выпуску вискозной целлюлозы
10	Проект отбелного цеха сульфатцеллюлозного завода по выпуску вискозной предгидролизной целлюлозы

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Ковтун Т. Н., Хакимова Ф. Х. Технология получения и отбелки полуфабрикатов бумажного производства : учебное пособие для вузов. Пермь : ПНИПУ, 2012. 161 с. 13,05 усл. печ. л.	25
2	Технология целлюлозы. Сульфитные способы получения, очистка, отбелка, сушка целлюлозы. Красноярск : СибГТУ, 2006. 349 с.	20
3	Хакимова Ф. Х., Ковтун Т. Н. Отбелка целлюлозы : учебное пособие для вузов. Пермь : ПГТУ, 2010. 181 с. 11,5 усл. печ. л.	22
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Ковтун Т. Н. Основы проектирования предприятий целлюлозно-бумажного производства : учебное пособие для вузов / Т. Н. Ковтун. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2007.	25
2	Пен Р. З. Технология целлюлозы. Примеры технологических расчетов : учебное пособие / Р. З. Пен, И. Л. Шапиро. - Красноярск: Изд-во СГТУ, 2011.	50
3	Технология целлюлозно-бумажного производства. Сырье и производство полуфабрикатов / Аким Г. Л., Белодубровский Р. Б., Буров А. В., Гермер Э. И. Санкт-Петербург : Политехника, 2003. 633 с.	5
4	Технология целлюлозно-бумажного производства. Сырье и производство полуфабрикатов / Аким Г. Л., Белодубровский Р. Б., Буров А. В., Гермер Э. И. Санкт-Петербург : Политехника, 2003. 633 с.	5
2.2. Периодические издания		
1	Химия растительного сырья : научный журнал. Барнаул : Алтайский государственный ун-т, 1997- .	
2	Целлюлоза. Бумага. Картон : научно-производственный и коммерческий журнал. Москва : Редакция журнала, 1904 - .	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
1	Лабораторный практикум по технологии бумаги и картона : учебное пособие / Дубовый В.К., Комаров В.И., Смолин А.С., Гурьев А.В. Санкт-Петербург : СПбГПУ, 2006. 229 с.	40
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
1	Ермаков С. Г. Процессы и аппараты химической переработки древесины : конспект лекций. Пермь : ПГТУ, 2002. 167 с.	37
2	Методические указания к курсовому проектированию / сост.Ф.Х.Хакимова, Р.Р.Хакимов. - Пермь: Изд-во Перм.нац.исслед.политехн.ун-та, 2015. - 12 с.	30

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Каретникова Н. В. Технология целлюлозно-бумажного производства : лабораторный практикум / Каретникова Н. В. - Красноярск: СибГУ им. академика М. Ф. Решетнёва, 2018.	http://www.iprbookshop.ru/94916.html	сеть Интернет; авторизованный доступ
Методические указания для студентов по освоению дисциплины	Ковтун Т. Н. Технология получения и отбелки полуфабрикатов бумажного производства : учебное пособие для вузов / Т. Н. Ковтун, Ф. Х. Хакимова. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2012.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3454	локальная сеть; свободный доступ
Основная литература	Хакимова Ф. Х. Отбелка целлюлозы : учебное пособие для вузов / Ф. Х. Хакимова, Т. Н. Ковтун. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2010	http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPNRPUelib3129	локальная сеть; свободный доступ
Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов	Ермолинский, В. Г. Технология целлюлозы. Отбелка целлюлозы : учебное пособие / В. Г. Ермолинский. — Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2020. — 76 с.	URL: https://e.lanbook.com/book/139160	сеть Интернет; авторизованный доступ

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
--------------	---------------------------------

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	https://elibrary.ru/
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	https://elib.pstu.ru/
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	https://elib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Курсовой проект	Ноутбук ACER ASPIRE 5520G-402G инвентарный № 0475791	1
Лабораторная работа	Аналитические весы	2
Лабораторная работа	Аппарат для определения сопротивления излому	1
Лабораторная работа	Аппарат Шоппер-Риглера	4
Лабораторная работа	Вакуум-воронки (промывные установки)	4
Лабораторная работа	Водяная баня (термостат)	4
Лабораторная работа	Дезинтегратор	1
Лабораторная работа	Лейкометр	1
Лабораторная работа	Листоотливной аппарат типа ЛА	1
Лабораторная работа	Разрывная машина	3
Лабораторная работа	Сушильные шкафы	5
Лабораторная работа	Центробежный размалывающий аппарат (ЦРА)	1
Лабораторная работа	экстрактор	4
Лабораторная работа	Электронные весы	3
Лекция	Ноутбук ACER ASPIRE 5520G-402G инвентарный № 0475791; Проектор Acer Projector P 1165 инвентарный № 0475790; Экран ScrinMedia Apollo 180x180 MW на штативе б/н	1

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
«Технология отбелки целлюлозы»

Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки:	18.03.01 Химическая технология
Направленность (профиль) образовательной программы:	Ресурсосберегающие технологии целлюлозно-бумажного производства
Квалификация выпускника:	«Бакалавр»
Выпускающая кафедра:	Технология полимерных материалов и порохов
Форма обучения:	Очная/заочная

Курс: 4/5

Семестр: 7/9

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану:	5 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	180 ч.

Форма промежуточной аттестации:

Дифференцированный зачет: 7/9 семестр
Курсовой проект: 7/9 семестр

Пермь 2025

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (7-го семестра учебного плана) и разбито на 2 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и лабораторные занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по лабораторным работам и дифференцированного зачета. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля					
	Текущий		Рубежный		Итоговый	
	С	ТО	ОЛР	Т/КР	КП	Диф. зачёт
Усвоенные знания						
3.1 знать классификацию, свойства и показатели качества небеленой и беленой целлюлозы различного назначения; теоретические основы и технологию отбелки целлюлозы различного назначения; устройство и принцип работы оборудования отбельного цеха и их компоновку; факторы, влияющие на качество продукции, экономические и экологические показатели производства; основные технико-экономические и экологические требования к технологии, оборудованию и продукции и существующие научно-технические средства их реализации;	С1	ТО1-2	ОЛР 1-2	КР 1-2	КП	ТВ

3.2. знать методики расчета норм расхода сырья, химикатов и вспомогательных материалов в отбелке целлюлозы	С1	ТО1-2	ОЛР 1-2	КР 1-2	КП	ТВ
Освоенные умения						
У.1 уметь использовать знания технологии и режимов работы для регулирования работы отдельных ступеней отбелки целлюлозы и всего процесса в целом с целью достижения необходимых качественных показателей целлюлозы, экономических и экологических показателей;		ТО1-2	ОЛР 3-4	КР 1-2	КП	ПЗ
У.2. уметь рассчитывать необходимое количество расходных материалов для обеспечения выпуска беленой целлюлозы в соответствии с заказами		ТО1-2	ОЛР 3-4	КР 1-2	КП	ПЗ
Приобретенные владения						
В.1 владеть навыками анализа качества небеленой и беленой целлюлозы различного назначения; выбора рационального оборудования для каждого процесса отбельного цеха; расчета материальных балансов производства с целью минимизации потерь волокна на каждом этапе производства.		ТО1-2	ОЛР5-8	КР1-2	КП	ПЗ
В.2 владеть навыками определения потребности в сырье, химикатах для обеспечения технологического процесса производства продукции в требуемых объемах		ТО1-2	ОЛР5-8	КР1-2	КП	ПЗ

С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); КЗ – кейс-задача (индивидуальное задание); ОЛР – отчет по лабораторной работе; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание дифференцированного зачета.

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде дифференцированного зачета, проводимая с учётом результатов текущего и рубежного контроля.

2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата,

специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучающегося и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;
- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;
- промежуточный и рубежный контроль освоения обучающимися отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланчного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по практическим работам, рефератов и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;
- контроль остаточных знаний.

2.1. Текущий контроль усвоения материала

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты лабораторных работ и рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

2.2.1. Защита лабораторных работ

Всего запланировано 7 лабораторных работ. Типовые темы лабораторных работ приведены в РПД.

Защита лабораторной работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.2.2. Рубежная контрольная работа

Согласно РПД запланировано 2 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первая КР после модуля 1, вторая КР – после освоения модуля 2.

Типовые задания КР 1:

1. Делигнификация целлюлозы кислородом и кислородсодержащими реагентами. Сравнение с делигнификацией хлорсодержащими реагентами с экономической и экологической точек зрения.
2. Горячее щелочное облагораживание целлюлозы для химической переработки. Изменения свойств целлюлозы в процессе облагораживания.
3. Обессмоливание целлюлозы, значение процесса для производства целлюлозы и бумаги.

Типовые задания КР 2:

1. Схемы отбелки сульфитной и сульфатной целлюлозы для бумаги, их особенности, назначение отдельных ступеней обработки и используемые реагенты. Экологическая оценка схем отбелки.
2. Переход к бесхлорным схемам отбелки целлюлозы, применяемые реагенты, особенности схем с экономической и экологической точек зрения.
3. Башни отбельные для различных ступеней отбелки и облагораживания, устройство, особенности, материалы башен.
- 4.

2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех лабораторных работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

2.3.1. Процедура промежуточной аттестации без дополнительного аттестационного испытания

Промежуточная аттестация проводится в форме диф. зачета. Диф. зачет по дисциплине основывается на результатах выполнения предыдущих индивидуальных заданий студента по данной дисциплине.

Критерии выведения итоговой оценки за компоненты компетенций при проведении промежуточной аттестации в виде диф. зачета приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.3.2. Процедура промежуточной аттестации с проведением аттестационного испытания

В отдельных случаях (например, в случае переаттестации дисциплины) промежуточная аттестация в виде диф. зачета по дисциплине может проводиться с проведением аттестационного испытания по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки освоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных компетенций.

2.3.2.1. Типовые вопросы и задания для диф. зачета по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Схемы отбелки сульфитной и сульфатной целлюлозы для бумаги, их особенности, назначение отдельных ступеней обработки и используемые реагенты. Экологическая оценка схем отбелки.
2. Переход к бесхлорным схемам отбелки целлюлозы, применяемые реагенты, особенности схем с экономической и экологической точек зрения.
3. Отбелка целлюлозы пероксидом водорода: возможные места ступеней отбелки в технологической схеме; состав отбельного раствора в зависимости от места в технологической схеме; факторы, влияющие на качество целлюлозы.

Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:

1. Сравнение ECF и TCF-технологий отбелки целлюлозы с точки зрения экономики, экологии, качества целлюлозы.
2. Привести пример схемы отбелки целлюлозы по бесхлорной технологии, условия (режимы) отдельных ступеней обработки и показать возможность регулирования ряда показателей беленой целлюлозы изменением режима работы одного или нескольких ступеней обработки целлюлозы.

Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:

1. Рассказать и продемонстрировать выполнение одного или нескольких анализов показателей качества целлюлозы (по заданию преподавателя) и оценить качество анализируемого образца целлюлозы.
2. Изобразить принципиальную технологическую схему отбелки сульфитной или сульфатной целлюлозы, выполнить пример расчета материального баланса воды и волокна, расхода химикатов, потерь волокна для одного – двух стадий схемы отбелки и указать способ снижения потерь волокна.

2.3.2.2. Шкалы оценивания результатов обучения на диф. зачете

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче диф. зачета для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций

3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при диф. зачете считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на*

соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде диф. зачета используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.

4. Курсовое проектирование

4.1. Рекомендации по организации промежуточного аттестационного испытания в виде защиты отчета по курсовому проекту

Курсовой проект – это форма самостоятельной работы студента за пройденный этап обучения по учебной дисциплине. Выполнение курсового проекта призвано выявить способности студентов на основе полученных знаний самостоятельно решать конкретные практические задачи и проблемы по одному из разделов (модулей), изучаемых по специальным дисциплинам, а также направлено на формирование соответствующих компетенций студента.

Курсовой проект предусматривает выполнение аналитических расчетов, построение чертежей, разработку конкретных мероприятий и предложений.

Типовые темы курсовых проектов по дисциплине «Технология отбелки целлюлозы»

Типовые темы индивидуальных курсовых проектов:

1. Проект отбельного цеха сульфитцеллюлозного завода по выпуску беленой целлюлозы марки АК–3 (для производства бумаги)
2. Проект отбельного цеха сульфитцеллюлозного завода по выпуску беленой целлюлозы марки А (для производства бумаги)
3. Проект отбельного цеха сульфитцеллюлозного завода по выпуску беленой целлюлозы марки АК–2 (для производства бумаги)
4. Проект отбельного цеха сульфатцеллюлозного завода по выпуску беленой целлюлозы марки ХБ-1 (для производства бумаги)
5. Проект отбельного цеха сульфатцеллюлозного завода по выпуску беленой целлюлозы марки ХБ-2 (для производства бумаги)
6. Проект отбельного цеха сульфатцеллюлозного завода по выпуску

беленой целлюлозы марки ХБ-4 (для производства бумаги)

7. Проект отбельного цеха сульфатцеллюлозного завода по выпуску беленой целлюлозы марки ОБ-2 (для производства бумаги)

8. Проект отбельного цеха сульфатцеллюлозного завода по выпуску беленой целлюлозы марки ОБ-1 (для производства бумаги)

9. Проект отбельного цеха сульфитцеллюлозного завода по выпуску вискозной целлюлозы

10. Проект отбельного цеха сульфатцеллюлозного завода по выпуску вискозной предгидролизной целлюлозы

Критерии оценивания защиты курсового проекта

По результатам защиты курсового проекта выставляется интегральная оценка по 4-х балльной шкале оценивания, которая распространяется на все запланированные образовательные результаты в форме *знать*, *уметь*, *владеть*, указанные в задании на курсовой проект.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при защите курсового проекта для компонентов *знать*, *уметь* и *владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.