

УТВЕРЖДАЮ
Директор ВШТЭ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.05.03 <small>(индекс дисциплины)</small>	Реология и гидродинамика процессов отлива и формования бумаги <small>(Наименование дисциплины)</small>
--	--

Кафедра: **7** **Машин автоматизированных систем**
Код (Наименование кафедры)

Направление подготовки: **15.04.02 Технологические машины и оборудование**
Технологические процессы и оборудование целлюлозно-бумажного

Профиль подготовки: **производства**

Уровень образования: **магистратура**

План учебного процесса

Составляющие учебного процесса		Очное обучение	Очно-заочное обучение	Заочное обучение
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся (часы)	Всего	144		
	Аудиторные занятия	39		
	Лекции	13		
	Лабораторные занятия			
	Практические занятия	26		
	Самостоятельная работа	69		
	Промежуточная аттестация	36		
Формы контроля по семестрам (номер семестра)	Экзамен	3		
	Зачет			
	Контрольная работа			
	Реферат	33		
Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)		4		

Форма обучения:	Распределение зачетных единиц трудоемкости по семестрам									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Очная			4							
Очно-заочная										
Заочная										

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 15.04.02 Технологические машины и оборудование

На основании учебных планов № m150402-12_20

Кафедра-разработчик: Машин автоматизированных систем

Заведующий кафедрой: Александров А.В.

СОГЛАСОВАНИЕ:

Выпускающая кафедра: Машин автоматизированных систем

Заведующий кафедрой: Александров А.В.

Методический отдел: Смирнова В.Г.

1. ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Место преподаваемой дисциплины в структуре образовательной программы

Блок 1: Базовая Обязательная Дополнительно является факультативом
 Вариативная По выбору

1.2. Цель дисциплины

Сформировать компетенции обучающегося в области теории и конструкции оборудования, являющегося предметом разработки и исследования обучающегося.

1.3. Задачи дисциплины

- Углубленное изучение теории процесса и особенностей конструкции оборудования отрасли

1.4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
ПК-20	Способность разрабатывать физические и математические модели исследуемых машин, приводов, систем, процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере; разрабатывать методики и организовывать проведение экспериментов с анализом их результатов	2,3
Планируемые результаты обучения Знать: 1) методики разработки физических и математических моделей исследуемых машин Уметь: 1) разрабатывать физические и математические модели исследуемых машин 2) разрабатывать методики и организовывать проведение экспериментов с анализом их результатов Владеть: 1) технологией проведения экспериментов по разрабатываемому оборудованию		

1.5. Дисциплины (практики) образовательной программы, в которых было начато формирование компетенций, указанных в п.1.4:

- Компьютерные технологии в машиностроении (ПК-20);
- Основы научных исследований, организация и планирование эксперимента (ПК-20);
- Математические методы в инженерии (ПК-20);
- Динамический анализ конструкций, механизмов и машин (ПК-20);
- Физические методы и средства измерения и контроля (ПК-20);
- Научно-исследовательская работа (ПК-20).

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Учебный модуль 1. Реология и гидродинамика волокнистых суспензий			
Тема 1. Основные характеристики растительных волокон и образованных ими суспензий. Влияние физико-механических свойств волокон на внутреннюю структуру потока волокнистой суспензии	3		
Тема 2. Структурообразование в потоках бумажных масс. Методы исследования и оценки. Влияние реологических свойств бумажной	3		

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
массы на формирование внутренней структуры потока. Измерение осредненных и пульсационных скоростей в потоке бумажной массы. Измерение локальных концентраций волокон в потоке бумажной массы. Измерение неравномерности просвета волокнистых структур			
Тема 3. Экспериментально-теоретические исследования в области реологии бумажной массы. Способы определения реологических параметров, Ротационный вискозиметр ЛТИ ЦБП	3		
Тема 4. Реологическое уравнение бумажных масс. Анализ реологического уравнения	3		
Тема 5. Уравнение движения бумажных масс в общем виде. Уравнение движения в прямоугольной системе координат	3		
Тема 6. Использование реологических характеристик бумажных масс в прикладных целях. Расчет массонапускных систем бумагоделательных машин в прикладных целях	3		
Текущий контроль 1. Реферат 1	20		
Учебный модуль 2. Гидродинамика процессов формования бумаги			
Тема 7. Современные представления о процессах отлива и формования бумажного полотна. Назначение процессов отлива и формования полотна бумаги. Образование связей в процессе формования бумажного полотна	6		
Тема 8. Исследование механизма диспергирования бумажной массы на сеточном столе БДМ. Взаимодействие обезвоживающих элементов со слоем подсеточной воды. Исследование процесса возникновения вертикальных смещений формующей сетки под воздействием обезвоживающих элементов сеточного стола.	6		
Тема 9. Аналитическое исследование установившихся вертикальных смещений сетки с размещенным на ней слоем переменной массы. Численное исследование скоростей сдвига в слое бумажной массы, прилежащем к сетке	8		
Тема 10. Аналитическое исследование вертикальных колебаний формующей сетки под действием виброактивации. Численное исследование распределения скоростей сдвига в потоке, прилежащем к формующей сетке, под действием виброактивации	8		
Текущий контроль 2. Коллоквиум	2		
Учебный модуль 3. Моделирование процессов производства бумаги			
Тема 11. Влияние условий отлива и формования на структуру потока и качество вырабатываемой бумаги. Влияние конструктивных элементов формующих устройств на интенсивность турбулентности, структуру потока и качество бумаги	6		
Тема 12. Влияние виброактивации бумажной массы в зоне отлива и формования БДМ на структуру потока и качество вырабатываемой бумаги. Анализ перспективных конструкций виброактиваторов, устанавливаемых в начальной зоне формования, и обоснование режимов их работы	6		
Тема 13. Моделирование процессов формования и обезвоживания бумажного полотна. Оптимизация компоновки обезвоживающих элементов начальной зоны формования БДМ	8		
Текущий контроль 3. Реферат 2	20		
Промежуточная аттестация по дисциплине. Экзамен	36		
ВСЕГО:	144		

3. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

3.1. Лекции

Номера изучаемых тем	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	3	1				
2	3	1				
3	3	1				
4	3	1				
5	3	1				
6	3	1				
7	3	1				
8	3	1				
9	3	1				
10	3	1				
11	3	1				
12	3	1				
13	3	1				
ВСЕГО:		13				

3.2. Практические занятия

Номера изучаемых тем	Наименование и форма занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
3	Определение реологических параметров бумажных масс. Расчет эпюры скоростей в зазоре между неподвижным и вращающимся цилиндрами.	3	2				
4	Анализ реологического уравнения волокнистых суспензий.	3	2				
5	Уравнение движения бумажной массы в векторной форме.	3	2				
5	Уравнения движения в прямоугольной и цилиндрической системах координат.	3	2				
6	Расчет массонапускных систем с учетом реологических характеристик бумажных масс.	3	2				
6	Расчет коллектора потокораспределителя напорного ящика БДМ.	3	2				
6	Расчет полей скоростей в круглой трубе и канале эллиптического сечения.	3	2				
6	Расчет поля скоростей между двумя параллельными плоскостями. Расчет полей скоростей в конфузоре и диффузоре.	3	2				
8	Аналитическое исследование процесса возникновения	3	2				

Номера изучаемых тем	Наименование и форма занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
	вертикальных смещений формующей сетки под воздействием обезвоживающих элементов сеточного стола.						
9	Численное исследование скоростей сдвига в слое бумажной массы, прилежащем к сетке.	3	2				
10	Численное исследование распределения скоростей сдвига в потоке, прилежащем к формующей сетке, под действием виброактивации.	3	2				
13	Моделирование процессов формования и обезвоживания бумажного полотна.	3	4				
ВСЕГО:			26				

3.3. Лабораторные занятия

Не предусмотрено.

4. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Не предусмотрено.

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Номера учебных модулей, по которым проводится контроль	Форма контроля знаний	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во
1,3	Реферат	3	2				
3	Коллоквиум	3	1				

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Виды самостоятельной работы обучающегося	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
Усвоение теоретического материала	3	13				
Подготовка к практическим занятиям	3	16				
Выполнение рефератов	3	40				
Подготовка к экзамену	3	36				
ВСЕГО:		69+36				

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

7.1. Характеристика видов и используемых инновационных форм учебных занятий

Не предусмотрено.

7.2. Система оценивания успеваемости и достижений обучающихся для промежуточной аттестации

традиционная

балльно-рейтинговая

8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Учебная литература

а) основная учебная литература

1. Александров А.В. Реология и гидродинамика процессов отлива и формования бумаги. Ч. I. Реология и гидродинамика волокнистых суспензий. [Текст] / Александров А.В., Александрова Т.Н. – СПб.: СПбГТУРП, 2015 – 132 с.
2. Александров А.В. Реология и гидродинамика процессов отлива и формования бумаги. Ч. II. Гидродинамика процессов формования бумаги. [Текст] / Александров А.В., Александрова Т.Н. – СПб.: СПбГТУРП, 2015 – 133 с.
3. Шульман Г.З. Расчет напускных устройств бумаго – картоноделательных машин [Текст] / Шульман Г.З., Александров А.В., Андреев А.Г. – СПб.: СПбГТУРП, 2010 – 47 с.

б) дополнительная учебная литература

4. Бумагоделательные и картоноделательные машины [Текст] под ред. Курова В.С., Кокушина Н.Н. – 2-е изд., испр. и доп. - СПб.: ИЗД-ВО Политехн. ун-та, 2011 – 598 с.
5. Технология целлюлозно-бумажного производства. Справочные материалы. В 3-х томах. [Текст] Том 1, ч.3. СПб.: Политехник, 2004 – 316 с.

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

Не предусмотрено.

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины

1. www.knigafond.ru – ЭБС «Книгафонд»
2. www.twirpx.com – ЭБС «Все для студентов»

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

1. Microsoft Windows 8.1
2. Microsoft Office Professional 2013

8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Лекционная аудитория с мультимедийным учебным комплексом
2. Учебно-экспериментальные лаборатории кафедры МАС:
 1. Экспериментальная бумагоделательная мельница
 2. Экспериментальная дисковая мельница
 3. Гидроразбиватель №1 (100 литров)
 4. Гидроразбиватель №2 (20 литров)
 5. Прибор для определения степени роспуска волокнистых материалов
 6. Прибор для определения степени помола бумажной массы

8.6. Иные сведения и (или) материалы

Макеты и образцы отдельных элементов оборудования

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
Лекции	Проработка рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам структуре и содержанию дисциплины. Конспект лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы и формулировки; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Работа с теоретическим материалом (конспектирование источников): найти ответ на вопросы в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации или на практическом занятии и др.

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
Практические занятия	Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, работа с текстом. Изучение конструкций оборудования по чертежам.
Самостоятельная работа	Поиск литературы и составление библиографического списка, использование от 3 до 5 научных работ, изложение мнения авторов и своего суждения по выбранному вопросу; изложение основных аспектов проблемы при выполнении реферата. Ознакомиться с требованиями к структуре и оформлению реферата. При подготовке к коллоквиуму проработка конспекта лекций, рекомендуемой литературы. При подготовке к экзамену проработка конспекта лекций, рекомендуемой литературы.

10. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

10.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

10.1.1. Показатели оценивания компетенций на этапах их формирования

Код компетенции (этап освоения)	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
ПК-20 (2,3)	1. Осваивает общенаучные термины, логику научных исследований и взаимосвязь между процедурами и уровнями научного исследования 2. Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых машин; разрабатывать методики и организовывать проведение экспериментов с анализом их результатов 3. Демонстрирует навыки реализации методов научных исследований	1. Устное собеседование 2. Реферат	1. Перечень вопросов к экзамену (29 вопросов) 2. Список тем рефератов (15 тем)

10.1.2. Описание шкал и критериев оценивания сформированности компетенций

Критерии оценивания сформированности компетенций

Оценка по традиционной шкале	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Практическое занятие
отлично	Полный исчерпывающий ответ, показывающий понимание предмета. Ориентируется в основных терминах, знаком с дополнительной литературой, правильно отвечает на дополнительные вопросы	Обучающийся демонстрирует правильное понимание условия задачи, владения навыками его анализа, выбора нужных законов и формул для ее решения, знание размерностей физических величин. Умеет применять математический аппарат для реализации плана решения задачи, и, если это необходимо
хорошо	Стандартный ответ, лишенный индивидуальности. Допускает незначительные погрешности при ответе на вопросы	Обучающийся демонстрирует достаточно понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных законов и формул для ее решения, знание закономерностей физических величин. Допускает незначительные погрешности при применении математического аппарата для реализации плана решения задачи.

		Получил правильный ответ, но испытывает затруднения с его интерпретацией
удовлетворительно	Показывает знания учебного материала в минимальном объеме. Допускает большое количество непринципиальных ошибок. Может устранить их с помощью преподавателя	Обучающийся внимает в смысл условия задачи, понимает план ее решения, однако не может в полной мере с помощью математического аппарата реализовать ее решение. Знает размерности физических величин, может сделать рисунок или схему, поясняющую решение задачи.
неудовлетворительно	Не может ответить на вопрос без помощи преподавателя. Многочисленные грубые ошибки. Непонимание заданного вопроса. Использование запрещенных технических средств	Обучающийся не может проанализировать условие задачи, наметить план ее решения, выбрать физические законы и плохо ориентируется в физических величинах, не владеет математическим аппаратом. Представление чужой работы

10.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

10.2.1. Перечень вопросов, разработанный в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Формулировка вопросов	№ темы
1	Влияние физико-механических свойств волокон на внутреннюю структуру потока волокнистой суспензии	1
2	Современные представления о процессе структурообразования в потоках волокнистой суспензии	2
3	Измерение осредненных и пульсационных скоростей в потоке бумажной массы	2
4	Измерение локальных концентраций волокон в потоке бумажной массы	2
5	Экспериментальные исследования реологических характеристик волокнистых суспензий. Их анализ и прикладное использование	3
6	Реологические характеристики волокнистых суспензий повышенной концентрации	3
7	Анализ кривых течения волокнистой суспензии различной концентрации	3
8	Стадии внутреннего структурообразования в процессе развития движения волокнистой суспензии (начиная от состояния покоя)	4
9	Сравнительная характеристика потерь напора для бумажной массы и воды	4
10	Реологическая модель бумажной массы	4
11	Реологическое уравнение бумажных масс	4
12	Уравнение движения бумажных масс в общем виде	5
13	В какое известное уравнение трансформируется уравнение движения бумажных масс для случая диспергированного потока бумажной массы	5
14	Уравнение движения бумажных масс в прямоугольной системе координат	5
15	Актуальность аналитических способов расчета и проектирования нового оборудования и модернизации существующих машин и аппаратов ЦБП	6
16	Функции, выполняемые массонапускными системами БДМ. Классификация массонапускных систем	6
17	Оценка диспергирующей способности массонапускных систем	6
18	Расчет коллектора потокораспределителя массонапускной системы	6
19	Определение давления воздушной подушки в массонапускных системах открытого (закрытого) типов для достижения требуемой скорости напуска массы на сеточный стол	6
20	Определение основных размеров массонапускных систем с учетом режима течения волокнистой суспензии	6
21	Формование бумаги на сеточном столе БДМ	7
22	Механизм диспергирования бумажной массы на сеточном столе БДМ	8
23	Анализ условий диспергирования бумажной массы на сеточном столе на примере работы регистровых валов и гидропланок	8
24	Причины возникновения вертикальных смещений формирующей сетки под воздействием обезвоживающих элементов	9
25	Численное исследование скоростей сдвига в слое бумажной массы, прилежащем к	9

	сетке	
26	Виброактивация бумажной массы в зоне формования БДМ. Аналитическое исследование вертикальных колебаний сетки под действием виброактивации	10
27	Влияние обезвоживающих элементов формующих устройств на интенсивность турбулентности, структуру бумажной массы и качество бумажного полотна	11
28	Анализ перспективных конструкций виброактиваторов начальной зоны формования и обоснование оптимальных режимов их работы	12
29	Моделирование процессов формования и обезвоживания бумажного полотна с целью оптимизации компоновки обезвоживающих элементов начальной зоны формования БДМ	13

10.2.2. Перечень тем рефератов, разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Формулировки тем рефератов	№ темы
1	Устройство, принцип действия и технологическое назначение гидроразбивателя.	3
2	Технологические факторы процесса роспуска. Влияние прочностных и размерных характеристик бумаги на процесс роспуска.	1
3	Механизм процесса роспуска в гидроразбивателе.	2
4	Конструкции роторных узлов гидроразбивателей и их влияние на характеристики работы гидроразбивателя.	3
5	Влияние конструкции ванны на процесс роспуска в гидроразбивателе.	3
6	Устройство, принцип действия и технологическое назначение машин для сортирования бумажной массы.	3
7	Современные теоретические представления о процессе сортирования	2
8	Технологические расчеты сортировки. Понятие об эффективности сортирования. определение производительности сортировки	2
9	Классификация сортировок. Конструкции вибрационных, центробежных сортировок и сортировок закрытого типа с гидродинамическими устройствами	2
10	Технологические схемы сортирования волокнистой массы	2
11	Устройство, принцип работы и классификация размалывающих машин. Основные характеристики ножевых гарнитур размалывающих машин	3
12	Современные теоретические представления о размоле волокнистой массы. Вклад отечественной науки в развитии теории размола	3
13	Закономерность движения волокнистой массы в конической и дисковой мельницах	3
14	Изменение конструкций и параметров размалывающих машин в соответствии с развитием теоретических концепций о размоле	3
15	Разрешение противоречий между низким значением теоретической энергоемкости процесса размола и высоким фактическим расходом энергии как основа поиска новых методов размола и конструкций размалывающих машин	3

10.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности), характеризующих этапы формирования компетенций

10.3.1. Условия допуска обучающегося к сдаче экзамена и порядок ликвидации академической задолженности

Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся

10.3.2. Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

устная письменная компьютерное тестирование иная

10.3.3. Особенности проведения экзамена

- Возможность пользоваться словарями, справочниками и иными материалами;
- 45 минут на подготовку;
- Темы рефератов выдаются в начале семестра;
- Защита реферата проходит в виде презентации.