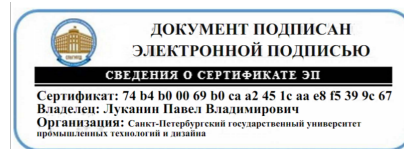


УТВЕРЖДАЮ  
Директор ВШТЭ



## Рабочая программа дисциплины

2.1.8.1(Ф)

Реология и гидродинамика волокнистых суспензий

Учебный план: ФА434-12\_23-13.plx

Кафедра: 7 Машин автоматизированных систем

Научная специальность: 4.3.4. Технологии, машины и оборудование для лесного хозяйства и переработки древесины

Уровень образования: подготовка научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре

Форма обучения: очная

### План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоё мкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
	Лекции	Практ. занятия				
4	УП	12	24	72	3	Зачет
	РПД	12	24	72	3	
Итого	УП	12	24	72	3	
	РПД	12	24	72	3	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии приказом Минобрнауки России от 20.10.2021 № 951 "Об утверждении федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов)"

Составитель (и):

Кандидат технических наук, заведующий кафедрой

Тотухов Ю.А.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой машин автоматизированных систем

Тотухов Ю.А.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Аким Э.Л.

Методический отдел:

Смирнова В.Г.

## 1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1 Цель дисциплины:** Сформировать компетенции обучающегося в области теории и конструкции оборудования, представляющего предмет разработки и исследования обучающегося.

**1.2 Задачи дисциплины:**

Углубленное изучение теории процесса и особенностей конструкции оборудования отрасли.

**1.3 Место дисциплины в структуре программы аспирантуры:**

Дисциплина относится к Образовательному компоненту «Дисциплины (модули)» Программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре

Знания и умения, полученные аспирантами при изучении данной дисциплины, необходимы при подготовке к сдаче кандидатского экзамена и написании диссертационной работы

Научная деятельность, направленная на подготовку диссертации к защите

Методология проведения исследования и методика написания диссертации

## 2 ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

<b>Знать:</b> методики теоретических и экспериментальных исследований в области реологии и гидродинамики волокнистых суспензий
--

<b>Уметь:</b> проводить исследования гидродинамических характеристик в каналах оборудования ЦБП с учетом реологических свойств используемых волокнистых суспензий
---

<b>Владеть:</b> навыками самостоятельной работы по определению реологических и гидродинамических характеристик потоков волокнистых суспензий в проточных каналах оборудования ЦБП
---

### 3 СОДЕРЖАНИЕ И ПОРЯДОК ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Форма текущего контроля
		Лек. (часы)	Пр. (часы)		
Раздел 1. Реология и гидродинамика волокнистых суспензий	4				О
Тема 1. Основные характеристики растительных волокон и образованных ими суспензий. Влияние физико-механических свойств волокон на внутреннюю структуру потока волокнистой суспензии. Влияние реологических свойств бумажной массы на формирование внутренней структуры потока. Измерение локальных концентраций волокон в потоке бумажной массы.		2	4	12	
Тема 2. Экспериментально-теоретические исследования в области реологии бумажной массы. Способы определения реологических параметров. Ротационный вискозиметр ЛТИ ЦБП.		2	4	12	
Тема 3. Реологическое уравнение бумажных масс. Анализ реологического уравнения.		2	4	12	
Тема 4. Использование реологических характеристик бумажных масс в прикладных целях		2	4	12	
Раздел 2. Реология и гидродинамика процессов отлива и формования бумаги					
Тема 5. Исследования механизма диспергирования бумажной массы		2	4	12	О
Тема 6. Моделирование процессов формования и обезвоживания бумажного полотна		2	4	12	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		12	24	72	
Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)		0			
<b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>		36		72	

### 4. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

#### 4.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

##### 4.1.1 Показатели оценивания

Показатели оценивания результатов обучения	Наименование оценочного средства
Показывает знание современных методик теоретических и экспериментальных исследований в области реологии и гидродинамики волокнистых суспензий;	Вопросы устного собеседования Практико-

Анализирует отечественный и зарубежный опыт в указанной области; Самостоятельно определяет и анализирует реологические и гидродинамические характеристики потоков волокнистых суспензий в каналах оборудования ЦБП.	ориентированные задания
--	-------------------------

#### 4.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания	
	Устное собеседование	Письменная работа
Зачтено	Обучающийся показывает всестороннее и глубокое знание предмета, свободно ориентируется в основных понятиях, терминах и определениях; освоил основы и знаком с дополнительной литературой; может объяснить взаимосвязь основных физических законов и их значение для последующей профессиональной деятельности; проявляет творческие способности в использовании учебного материала.	
Не зачтено	Обучающийся не имеет достаточного уровня знания дисциплины; не может сформулировать основные физические законы; плохо ориентируется в основных понятиях и определениях; плохо знаком с основной литературой; допускает при ответе на зачете существенные ошибки и не может их устранить даже под руководством преподавателя.	

#### 4.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

##### 4.2.1 Перечень контрольных вопросов

№ п/п	Формулировки вопросов
Семестр 4	
1	Влияние физико-механических свойств волокон на внутреннюю структуру потока волокнистой суспензии
2	Современные представления о процессе структурообразования в потоках волокнистой суспензии
3	Экспериментальные исследования реологических характеристик волокнистых суспензий. Их анализ и прикладное использование
4	Реологические характеристики волокнистых суспензий повышенной концентрации
5	Анализ кривых течения волокнистой суспензии различной концентрации
6	Стадии внутреннего структурообразования в процессе развития движения волокнистой суспензии (начиная от состояния покоя)
7	Сравнительная характеристика потерь напора для бумажной массы и воды
8	Реологическое уравнение бумажных масс
9	Оценка диспергирующей способности массонапускных систем
10	Определение основных размеров массонапускных систем с учетом режима течения волокнистой суспензии

#### 4.2.2 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

Задача 1. Рассчитать величину скорости, при которой волокнистая суспензия будет диспергироваться в каналах турбулизатора при диаметре отверстий  $d_0=16$  мм и величине критического градиента скорости сдвига суспензии в потоке равной  $\dot{\gamma}=153$  с<sup>-1</sup>.

Задача 2. Определить величину скорости перехода волокнистой суспензии из структурированного режима в диспергированный для гидравлического сопротивления, если концентрация суспензии  $C=0,8\%$ , а коэффициент потерь по воде равен  $\xi=1,2$ .

Задача 3. Рассчитать величину линейных потерь при движении волокнистой суспензии концентрацией до 1,5% в трубе диаметром  $d=100$  мм и длиной 35 м при средней скорости  $U=3$  м/с, с учетом коэффициента гашения турбулентности волокнами.

Задача 4. Определить величину пути релаксации  $l_p$  диспергированной волокнистой суспензии в полости напорного ящика, если время релаксации  $\tau_p=0,2$  с, величина расхода напорного ящика  $Q_{H.Y.}=0,707$  при высоте сечения  $h=150$  мм и ширине  $B=5880$  мм.

Задача 5. Рассчитать величину начального предельного напряжения сдвига для волокнистой суспензии если начальная величина напряжения трения структуры  $A_1=8,32$  Па, а начальная величина напряжения прочности структуры  $A_2=7,33$  Па.

#### 4.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

##### 4.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

##### 4.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная  Письменная  Компьютерное тестирование  Иная

##### 4.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

45 минут на подготовку

### 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 5.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
<b>6.1.1 Основная учебная литература</b>				
А.В. Александров, Т.Н. Александрова	Реология и гидродинамика процессов отлива и формования бумаги [Текст]. Часть II. Гидродинамика процессов формования бумаги : учеб. пособие	М-во образования и науки РФ, СПбГУРП. - СПб.: СПбГУРП	2015	<a href="http://nizrp.narod.ru/metod/kafmavsys/4.pdf">http://nizrp.narod.ru/metod/kafmavsys/4.pdf</a>
А.В. Александров, Т.Н. Александрова	Реология и гидродинамика процессов отлива и формования бумаги [Текст]. Часть I. Реология и гидродинамика волокнистых суспензий : учеб. пособие	М-во образования и науки РФ, СПбГУРП. – СПб.: СПбГУРП	2015	<a href="http://nizrp.narod.ru/metod/kafmavsys/3.pdf">http://nizrp.narod.ru/metod/kafmavsys/3.pdf</a>

Н.П. Мидуков, В.С. Куров	Гидродинамика волокнистых суспензий: учеб. пособие	М-во науки и высшего образования РФ, С.-Петербург. гос. ун-т пром. технологий и дизайна, Высш. шк. технологии и энергетики. - Санкт-Петербург : ВШТЭ СПбГУПТД	2020	<a href="http://nizrp.narod.ru/metod/kafpriapxt/1604025416.pdf">http://nizrp.narod.ru/metod/kafpriapxt/1604025416.pdf</a>
<b>6.1.2 Дополнительная учебная литература</b>				
Г. З. Шульман, А. В. Тверитина	ТЕОРИЯ И КОНСТРУКЦИЯ БУМАГОДЕЛАТЕЛЬНЫХ МАШИН. Часть I: текст лекций для студентов всех форм обучения по направлению подготовки 15.03.02 — Технологические машины и оборудование	М-во науки и высшего образования РФ, С.-Петербург. гос. ун-т пром. технологии и дизайна, Высш. шк. технологии и энергетики.- Санкт-Петербург: ВШТЭ СПбГУПТД	2023	<a href="http://nizrp.narod.ru/metod/kafmavsys/1682569554.pdf">http://nizrp.narod.ru/metod/kafmavsys/1682569554.pdf</a>
Г. З. Шульман, А. В. Тверитина	ТЕОРИЯ И КОНСТРУКЦИЯ БУМАГОДЕЛАТЕЛЬНЫХ МАШИН. Часть II: Текст лекций для студентов всех форм обучения по направлению подготовки 15.03.02 — Технологические машины и оборудование	М-во науки и высшего образования РФ, С.-Петербург. гос. ун-т пром. технологии и дизайна, Высш. шк. технологии и энергетики.- Санкт-Петербург: ВШТЭ СПбГУПТД	2023	<a href="http://nizrp.narod.ru/metod/kafmavsys/1684114247.pdf">http://nizrp.narod.ru/metod/kafmavsys/1684114247.pdf</a>
А.В. Александров, Ю.Д. Алашкевич	Оборудование ЦБП. [Текст]. Часть II. Бумагоделательные машины	М-во образования и науки РФ, ВШТЭ СПбГУПТД. – СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД	2018	<a href="http://nizrp.narod.ru/metod/kafmavsys/2018_10_12_01.pdf">http://nizrp.narod.ru/metod/kafmavsys/2018_10_12_01.pdf</a>
А.В.Александров, А.А. Гаузе, В.Н. Гончаров	Оборудование ЦБП. [Текст]. Ч. I. Основное оборудование для производства целлюлозы : учеб. пособие	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП	2014	<a href="http://www.nizrp.narod.ru/metod/kafmavsys/1.pdf">http://www.nizrp.narod.ru/metod/kafmavsys/1.pdf</a>

## 5.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>  
 Электронная библиотека ВШТЭ СПб ГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://nizrp.narod.ru>  
 Электронно-библиотечная система «Айбукс» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ibooks.ru/>

## 5.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftWindows 8  
 MicrosoftOfficeProfessional 2013

## 5.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Аудитория	Оснащение
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Учебная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска