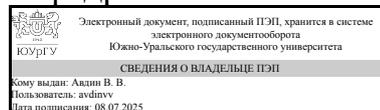


УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



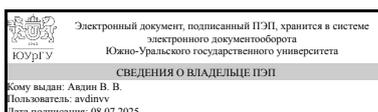
В. В. Авдин

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.П0.06 Расчет печей и сушил  
для направления 18.03.01 Химическая технология  
уровень Бакалавриат  
профиль подготовки Химическая технология  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Экология и химическая технология

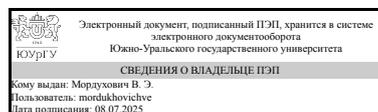
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, утверждённым приказом Минобрнауки от 07.08.2020 № 922

Зав.кафедрой разработчика,  
д.хим.н., проф.



В. В. Авдин

Разработчик программы,  
старший преподаватель



В. Э. Мордухович

## 1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цель – формирование у студентов комплекса знаний по основным конструкциям печей и сушил огнеупорного производства, основам расчетов процесса горения топлива, теплообмена, тепловых и материальных балансов, производительности печей и сушил, аэродинамических сопротивлений движению газов в печах и сушилах. 1.2. Задачи - Добиться освоения студентами знаний: а) конструктивных особенностей различных печей и сушил, применяемых в огнеупорном производстве; б) выполнения расчетов процесса горения газообразного, твердого и жидкого топлива; в) выполнения расчетов тепловых режимов работы печей и сушил, материального и теплового баланса; г) выполнения расчетов аэродинамических сопротивлений дымовых трактов и трубы печей и сушил, подбора вентиляторов и дымососов. - Дать студентам информацию о перспективах развития конструкций печей и сушил, методах расчетов тепловых и материальных балансов печей и сушил огнеупорной промышленности; - Добиться развития у студентов навыков творческого мышления.

## Краткое содержание дисциплины

Классификация печей обжига. Конструкции печей, применяемых для обжига огнеупорных материалов и изделий. Выбор топлива (газообразного, твердого, жидкого) для сжигания в печах и сушилах, расчеты процесса горения, материальный баланс процесса горения топлива. Расчеты продолжительности и производительности обжига, размеров рабочего пространства печей. Расчеты тепловых балансов печей и сушил. Расчет прихода и расхода тепла. Расчеты потерь тепла. Расчеты расхода топлива на нагрев. Основные конструкции печей для сушки огнеупорных изделий и сыпучих материалов. Расчет продолжительности и допустимой скорости сушки материалов и изделий, производительности сушил различной конструкции. Теоретические основы процесса сушки, определение расхода тепла и воздуха на сушку. Диаграмма Рамзина - зависимости теплосодержания воздуха от его влагосодержания. Расчеты процесса сушки и теплового баланса барабанного, туннельного сушила и пневмосушила. Аэродинамические расчеты. Методы расчета аэродинамических сопротивлений при движении дымовых газов в печах и сушилах. Расчет дымовой трубы для удаления дымовых газов. Расчеты по подбору вентиляторов и дымососов для обеспечения движения дымовых газов.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-7 Способен проверять техническое состояние, организовывать профилактические осмотры и текущий ремонт оборудования, готовить оборудование к ремонту и принимать оборудование из ремонта; осваивать вновь вводимое оборудование.	Знает: назначение и классификацию печей для нагрева и сушки материалов и изделий, особенности их конструкции, технические характеристики Умеет: анализировать информацию по конструкциям печей, сушил и их характеристикам, с целью выбора рациональной конструкции в конкретный технологический

	процесс Имеет практический опыт: расчета производительности, теплового и материального баланса, технологических параметров нагрева и сушки
--	--

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Нет	Технология углеродных материалов, Механическое оборудование производства огнеупоров, Пневмогидроавтоматика в химическом производстве

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Нет

### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 55,25 ч.  
контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		7	
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108	
<i>Аудиторные занятия:</i>	48	48	
Лекции (Л)	24	24	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	24	24	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	52,75	52,75	
Выполнение курсовой работы	26	26	
Зачет	26,75	26,75	
Консультации и промежуточная аттестация	7,25	7,25	
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет, КР	

### 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Конструкции печей для нагрева материалов и изделий, технологические расчеты печей	24	12	12	0

2	Конструкции печей для сушки материалов и изделий, технологические расчеты сушил	24	12	12	0
---	---	----	----	----	---

### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1, 2	1	Классификация печей для нагрева материалов и изделий. Теплотехнические и технологические требования, предъявляемые к печам. Порядок и перечень расчетов при проектировании печей и сушил	4
3, 4	1	Виды топлива, состав и теплотворная способность топлива, пересчет состава топлива, основные принципы выбора топлива для сжигания	4
5, 6	1	Материальный и тепловой балансы процесса горения различных видов топлива. Расчеты технологических параметров процесса нагрева	4
7, 8	2	Конструкции и назначение туннельных и барабанных вращающихся печей для обжига и сушки материалов. Теоретические основы процесса сушки	4
9, 10	2	Тепловые расчеты процесса сушки. Выбор параметров сушильного агента	4
11, 12	2	Материальный и тепловой балансы процесса сушки. Расчеты технологических параметров процесса сушки	4

### 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1, 2	1	Решение задач по расчету горения природного газа, мазута и каменного угля	4
3, 4	1	Решение задач по определению расхода тепла на процесс клинкерообразования	4
5, 6	1	Решение задач по расчету расхода топлива и теплового баланса вращающейся барабанной печи для обжига цементного клинкера	4
7, 8	2	Решение задач по расчету продолжительности сушки пластины из спондиловой глины	4
9, 10	2	Тепловой расчет туннельного сушила	4
11, 12	2	Тепловой расчет барабанного сушила	4

### 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

### 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Выполнение курсовой работы	Основная литература п.1 главы 1-9 Дополнительная литература п.1 главы 1-7; п.2 главы 1-8 Электронные ресурсы, основная литература, часть 3, главы 9-11 Электронные ресурсы, дополнительная литература, главы 1-4	7	26

Зачет	Основная литература п.1 главы 1-8; п.2 глава 15 Дополнительная литература п.1 главы 1,2,4,6,7; п.2 главы 1-5 Электронные ресурсы, основная литература, часть 3, главы 9-11 Электронные ресурсы, дополнительная литература, главы 1-4	7	26,75
-------	---	---	-------

## 6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

### 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-мestr	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учи-тыва-ется в ПА
1	7	Текущий контроль	Контрольная работа №1	1	5	5 баллов - работа выполнена без ошибок с подробным, пошаговым описанием расчета; 4 балла - работа выполнена с незначительными неточностями, расчет подробно описан; 3 балла - работа выполнена правильно более, чем на 50%, процедура расчета описана не полностью; 2 балла - работа выполнена правильно более, чем на 50%, процедура расчета не описана; 1 балл - работа выполнена правильно менее, чем на 50%, процедура расчета не описана; 0 баллов - работа не выполнена.	зачет
2	7	Текущий контроль	Контрольная работа №2	1	5	5 баллов - работа выполнена без ошибок с подробным, пошаговым описанием расчета; 4 балла - работа выполнена с незначительными неточностями, расчет подробно описан; 3 балла - работа выполнена правильно более, чем на 50%, процедура расчета описана не полностью; 2 балла - работа выполнена правильно более, чем на 50%, процедура расчета не описана; 1 балл - работа выполнена правильно менее, чем на 50%, процедура расчета не описана; 0 баллов - работа не выполнена.	зачет
3	7	Текущий контроль	Контрольная работа №3	1	5	5 баллов - работа выполнена без ошибок с подробным, пошаговым описанием расчета; 4 балла - работа выполнена с незначительными неточностями, расчет подробно описан; 3 балла - работа выполнена правильно более, чем на 50%, процедура расчета описана не полностью;	зачет

						2 балла - работа выполнена правильно более, чем на 50%, процедура расчета не описана; 1 балл - работа выполнена правильно менее, чем на 50%, процедура расчета не описана; 0 баллов - работа не выполнена.	
4	7	Текущий контроль	Контрольная работа №4	1	5	5 баллов - работа выполнена без ошибок с подробным, пошаговым описанием расчета; 4 балла - работа выполнена с незначительными неточностями, расчет подробно описан; 3 балла - работа выполнена правильно более, чем на 50%, процедура расчета описана не полностью; 2 балла - работа выполнена правильно более, чем на 50%, процедура расчета не описана; 1 балл - работа выполнена правильно менее, чем на 50%, процедура расчета не описана; 0 баллов - работа не выполнена.	зачет
5	7	Текущий контроль	Контрольная работа №5	1	5	5 баллов - работа выполнена без ошибок с подробным, пошаговым описанием расчета; 4 балла - работа выполнена с незначительными неточностями, расчет подробно описан; 3 балла - работа выполнена правильно более, чем на 50%, процедура расчета описана не полностью; 2 балла - работа выполнена правильно более, чем на 50%, процедура расчета не описана; 1 балл - работа выполнена правильно менее, чем на 50%, процедура расчета не описана; 0 баллов - работа не выполнена.	зачет
6	7	Текущий контроль	Контрольная работа №6	1	5	5 баллов - работа выполнена без ошибок с подробным, пошаговым описанием расчета; 4 балла - работа выполнена с незначительными неточностями, расчет подробно описан; 3 балла - работа выполнена правильно более, чем на 50%, процедура расчета описана не полностью; 2 балла - работа выполнена правильно более, чем на 50%, процедура расчета не описана; 1 балл - работа выполнена правильно менее, чем на 50%, процедура расчета не описана; 0 баллов - работа не выполнена.	зачет
7	7	Промежуточная аттестация	Зачет	-	5	5 баллов - Обучающийся правильно ответил на все теоретические вопросы. Показал отличные знания в рамках учебного материала. Четко, правильно и уверенно ответил на все дополнительные вопросы. 4 балла - Обучающийся с небольшими неточностями ответил на все теоретические вопросы или ответил неверно на один из пяти вопросов. Показал хорошие знания в рамках учебного материала. Четко, правильно и	зачет

					уверенно ответил на большинство дополнительных вопросов. 3 балла - Обучающийся с существенными неточностями ответил на теоретические вопросы или ответил неверно на один из пяти вопросов. Показал удовлетворительные знания в рамках учебного материала. Недостаточно верно ответил на дополнительные вопросы. 2 балла - Обучающийся при ответе на теоретические вопросы продемонстрировал недостаточный уровень знаний учебного материала. 1 балл - Обучающийся при ответе на теоретические вопросы продемонстрировал недостаточный уровень знаний учебного материала; Не ответил на дополнительные вопросы. 0 баллов - Обучающийся не ответил на теоретические вопросы в билете и на дополнительно заданные вопросы		
8	7	Курсовая работа/проект	литературный обзор	-	5	5 баллов – теоретическая часть имеет логичное, последовательное изложение материала, исчерпывающе рассмотрены современные методы, даны ссылки на статьи, опубликованные в рейтинговых, в том числе, иностранных изданиях, и материалы рейтинговых конференций, оригинальность текста составляет не меньше 80%. 4 балла - теоретическая часть имеет логичное и последовательное изложение материала, в ней представлены достаточно подробный анализ и критический разбор современного состояния вопроса, однако анализ и критика материала выполнены недостаточно подробно, сделанные выводы не всегда обоснованы, оригинальность текста не ниже 70%. 3 балла - пояснительная записка имеет теоретическую главу, базируется на современном практическом материале, но имеет поверхностный анализ, в ней просматривается непоследовательность изложения материала, оригинальность текста выше 60%. 2 балла – теоретическая глава частично содержит ссылки на устаревшие источники литературы, материал не структурирован, представлен непоследовательно, отсутствует анализ существующего положения, критика методов оригинальность текста составляет 50-60%. 1 балл – теоретическая глава не содержит ссылок на литературные источники, либо представленные литературные источники	кур- совые работы

						существенно устарели, изложенные в главе материалы устарели, не отвечают современному состоянию вопроса, оригинальность текста ниже 50%. 0 баллов – теоретическая часть отсутствует	
9	7	Курсовая работа/проект	Расчетная часть	-	5	5 баллов – расчетная часть выполнена грамотно, не содержит ошибок, применены современные методы расчета, оформление расчетной части соответствует установленным требованиям. 4 балла – расчеты выполнены недостаточно подробно, имеются небольшие неточности в расчете, оформление расчетной части соответствует установленным требованиям. 3 балла – более половины расчетов выполнено правильно, однако в части расчетов имеются 1-2 ошибки, имеются погрешности в части оформления расчетной части. 2 балла - половина расчетов выполнена с ошибками, имеются погрешности в оформлении расчетной части. 1 балл - расчет выполнен с грубыми ошибками. Оформление расчетной части не соответствует установленным требованиям. 0 баллов - расчетная часть отсутствует.	кур- совые работы
10	7	Курсовая работа/проект	Графическая часть	-	5	5 баллов - графическая часть полностью соответствует установленным требованиям, выполнена верно, балансовая схема, представленная на чертеже, полностью соответствует расчетной части пояснительной записки. 4 балла – имеются небольшие неточности в выполнении чертежей, чертежи выполнены верно, балансовая схема, представленная на чертеже, полностью соответствует расчетной части пояснительной записки. 3 балла - имеются существенные недостатки в качестве чертежей, неполное соответствие чертежей расчетной части пояснительной записки. 2 балла – чертежи выполнены небрежно, имеются 1-2 существенных ошибки, несоответствие чертежей расчетной части пояснительной записки. 1 балл – чертежи содержат более двух существенных ошибок, выполнены с существенными нарушениями установленным требованиям, несоответствие чертежей расчетной части пояснительной записки. 0 баллов – чертежи не представлены	кур- совые работы
11	7	Курсовая работа/проект	Защита курсовой	-	5	5 баллов - презентация полностью соответствует установленным	кур- совые

			работы		<p>требованиям, устный доклад выполнен грамотно, четко, уверенно; отражает содержание работы, обучающийся отлично владеет материалом, легко отвечает на поставленные вопросы. 4 балла - в презентации имеются небольшие недостатки, в докладе имеются небольшие неточности изложения сути работы, обучающийся без затруднений отвечает на поставленные вопросы. 3 балла - имеются существенные недостатки в качестве презентации работы, при защите обучающийся проявляет неуверенность, показывает слабое знание вопросов темы, неуверенно отвечает на заданные вопросы. 2 балла – презентация выполнена небрежно, имеются 1-2 существенных ошибки, при защите обучающийся затрудняется ответить на поставленные вопросы или отвечает неверно. 1 балл - презентация содержит более двух существенных ошибок, при защите обучающийся неверно отвечает на заданные вопросы. 0 баллов - презентация выполнена хаотично, содержит сведения, не относящиеся к сути работы или отсутствует. При защите обучающийся не отвечает на поставленные вопросы по теме работы, не знает теории вопроса, при ответе на все вопросы допускает существенные ошибки.</p>	работы
--	--	--	--------	--	---	--------

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
курсовые работы	<p>Задание на курсовую работу выдается в начале семестра, выполняется студентом в течение семестра как вид самостоятельной работы. Пояснительная записка и технологическая схема сдаются на проверку преподавателю согласно календарному плану. Преподаватель выставляет предварительную оценку за выполнение: 1) литературного обзора, 2) расчетной части и 3) технологической схемы и допускает студента к 4) защите. Обучающийся защищает курсовую работу преподавателю, ведущему дисциплину. На защите студент коротко (3-5 мин.) докладывает об основных технических решениях, принятых в процессе разработки, отвечает на вопросы преподавателя. Если при выполнении контрольных мероприятий курсовой работы происходит нарушение календарного плана сдачи (указанного в задании на курсовое проектирование), то оценка за каждое мероприятие снижается на 1 балл.</p>	В соответствии с п. 2.7 Положения
зачет	<p>Прохождение промежуточной аттестации не обязательно, возможно выставление оценки по текущему контролю. По</p>	В соответствии с пп. 2.5, 2.6

	желанию студента проводится процедура промежуточной аттестации по билетам письменно, в билете пять вопросов. Студент готовится к ответу и отвечает на вопросы билета и дополнительные вопросы преподавателя. Время на подготовку к ответу 1 час.	Положения
--	--	-----------

### 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
ПК-7	Знает: назначение и классификацию печей для нагрева и сушки материалов и изделий, особенности их конструкции, технические характеристики	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ПК-7	Умеет: анализировать информацию по конструкциям печей, сушил и их характеристикам, с целью выбора рациональной конструкции в конкретный технологический процесс	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ПК-7	Имеет практический опыт: расчета производительности, теплового и материального баланса, технологических параметров нагрева и сушки	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Касаткин, А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии [Текст] учебник для химико-технол. специальностей вузов А. Г. Касаткин. - 15-е изд., стер., перепеч. изд. 1973 г. - М.: Альянс, 2009. - 750 с. ил.

#### б) дополнительная литература:

1. Расчет нагревательных и термических печей [Текст] справочник С. Б. Василькова, М. М. Генкина, В. Л. Гусовский и др.; под ред. В. М. Тымчака, В. Л. Гусовского. - М.: Металлургия, 1983. - 481 с. ил.

#### в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

1. Огнеупоры и техническая керамика ежемес. междунар. науч.-техн. и произв. журн. Учредитель и издатель: ООО "Меттекс" журнал. - М.: Металлургия, 1946-
2. Огнеупоры произв.-техн. журн. Орган народного комиссариата черной металлургии СССР журнал. - М.: Металлургия, 1946-
3. Новые огнеупоры науч.-техн. и производств. журн. ООО "Интермет Инжиниринг" журнал. - М., 2013-

#### г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Гусовский В.Л. Методики расчета нагревательных и термических печей: учебно -справочное пособие Гусовский В.Л., М.Г.Ладыгичев, А.В.Усачев, под ред. А.В.Усачева- М.: Теплотехник, 2004.-395 с.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Гусовский В.Л. Методики расчета нагревательных и термических печей: учебно -справочное пособие Гусовский В.Л., М.Г.Ладыгичев, А.В.Усачев, под ред. А.В.Усачева- М.: Теплотехник, 2004.-395 с.

### Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	ЭБС издательства Лань	Самченко, С. В. Печи и сушила в технологии художественной обработки силикатных материалов : учебное пособие / С. В. Самченко, Д. Г. Алпацкий, И. Е. Алпацкая. — Москва : МИСИ – МГСУ, 2016. — 142 с. — ISBN 978-5-7264-1240-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. <a href="https://e.lanbook.com/book/93235">https://e.lanbook.com/book/93235</a>
2	Дополнительная литература	ЭБС издательства Лань	Самченко, С. В. Печи и сушила в технологии художественной обработки силикатных материалов : учебное пособие / С. В. Самченко, Д. Г. Алпацкий, И. Е. Алпацкая. — Москва : МИСИ – МГСУ, 2016. — 142 с. — ISBN 978-5-7264-1240-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. <a href="https://e.lanbook.com/book/93235">https://e.lanbook.com/book/93235</a>

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Windows(бессрочно)
2. Microsoft-Office(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)

### 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	425 (1)	экран настенный, проектор, пакет презентаций Microsoft Power Point
Практические занятия и семинары	425 (1)	экран настенный, проектор, пакет презентаций Microsoft Power Point
Зачет	425 (1)	экран настенный, проектор, пакет презентаций Microsoft Power Point