

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА»

Кафедра «Химическая технология»

СОГЛАСОВАНО

Директор ИМиА  
 О.А. Бодров


«  »    2020 г.

«




«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор РОПиМД

 / А.В. Корячко

2020 г..

Заведующий кафедрой ХТ  
 В.В. Коваленко

«25» 06 2020 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ Б1.Б.06 «КОНСТРУИРОВАНИЕ АППАРАТОВ И МАШИН ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ»

Направление подготовки  
18.04.01 Химическая технология

Направленность (профиль) подготовки  
«Химическая технология органических веществ»

Уровень подготовки  
магистратура

Квалификация выпускника – магистр

Форма обучения – очная

Рязань 2020

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

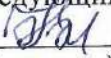
Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки (специальности) 18.04.01 «Химическая технология» (уровень магистратуры), утвержденного приказом Минобрнауки России от 21.11.2014 г. № 1494.

Разработчики: С.А. Юдаев к.т.н., ст. преподаватель кафедры ХТ

  
\_\_\_\_\_ С.А. Юдаев

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры Химической технологии  
«22» 05 2020 г., протокол № 8.

Заведующий кафедрой Химической технологии

  
\_\_\_\_\_ (Коваленко В.В.)  
(подпись) (Ф.И.О.)

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

Программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 18.04.01 Химическая технология, утвержденным приказом Минобрнауки от 21.11.2014 № 1494.

### Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины " Конструирование аппаратов и машин химических производств " — состоит в завершающей подготовке специалистов для производственной, проектно-конструкторской и исследовательской деятельности в области создания и эксплуатации технологического оборудования химических производств.

Основными задачами изучения дисциплины являются: научить студента эффективно использовать знания, полученные в естественнонаучных и инженерных дисциплинах, для решения конкретных практических задач в области проектирования, монтажа, испытаний и эксплуатации машин и аппаратов химических производств; сформировать у них умение проектировать, технически обслуживать химическое оборудование и проводить научные исследования.

Обязательным в курсе является изучение автоматизированных методов расчета, а также знакомство с нормативными материалами.

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

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)
ОК-4 способностью совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень, получать знания в области современных подходов к конструированию аппаратов и машин химических производств и их эксплуатации.	Знать: тенденции и пути совершенствования оборудования химических производств.
	Уметь: находить оптимальные решения при проектировании и эксплуатации механического и технологического оборудования химических производств.
	Владеть: методами математического доказательства утверждений и развивать логическое обоснование своего мнения.

ОПК-5 готовность к защите интеллектуальной собственности усовершенствованных конструкций аппаратов и машин химических производств и коммерциализации прав на эти объекты интеллектуальной собственности.	Знать: Нормативные материалы в области защиты интеллектуальной собственности, устройство, основные рабочие характеристики и принципы расчета, в том числе и автоматизированного, типовых машин и аппаратов химических производств, тенденции и пути совершенствования их конструкции.
	Уметь: Пользоваться терминологией и современными методами проектирования и конструирования машин и аппаратов химических производств.
	Владеть: Навыками использования справочной литературы и стандартов в области защиты интеллектуальной собственности; навыками применения современных методов расчета конструкций; оформлением проектной и конструкторской документации в соответствии с требованиями ЕСКД.

**3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

Вид занятий	
Лекции	8
Лабораторные	16
Практические	8
Иная контактная работа	0,25
Итого ауд.	32,25
Контактная работа	32,25
Сам. работа	67
Часы на контроль	8,75
Итого	108

**4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

№ п/п	Тема	Общая трудоемкость, всего час	Контактная работа обучающихся с преподавателем					Сам работа
			Всего	лекции	практич. занятия	лабораторные работы	ИКР	
1	Общие сведения о машинах и аппаратах. Проектирование и конструирование.	14	3	1	2	-		11
2	Теплообменные аппараты.	20	9	1		8		11
3	Колонные массообменные аппараты.	21	10	2		8		11
4	Сушильные аппараты и установки.	15	3	1	2	-		12
5	Машины и аппараты разделения неоднородных систем.	14	3	1	2	-		11
6	Промышленные печи и химические реакторы.	15	4	2	2	-		11
	Часы на контр (экз)	9	0,25				0,25	8,75
<b>ВСЕГО</b>		<b>108</b>	<b>32,25</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>16</b>	<b>0,25</b>	<b>75,75</b>

**5.1. Лекции**

***Раздел 1. Общие сведения о машинах и аппаратах. Проектирование и конструирование.***

1.1. Методы и приемы конструирования. Нормативно-техническая документация для проектирования, расчетов и эксплуатации машин и аппаратов.

1.2. Методики расчета тепло - и массообменной аппаратуры и их элементов с использованием ГОСТов, стандартов, руководящих документов.

1.3. Приемы конструирования. Метод аналогий, метод инверсии, метод мозгового штурма.

***Раздел 2. Теплообменные аппараты.***

2.1. Общие сведения об теплообменных аппаратах в химической технологии.

2.2. Расчет теплообменников с фазовыми изменениями теплоносителей. Испарители.

2.3. Механический расчет теплообменников. Кожухотрубчатые теплообменники.

2.4. Конденсаторы.

***Раздел 3. Колонные массообменные аппараты.***

3.2. Общие сведения о колонных массообменных аппаратах. Основные конструктивные характеристики колонн.

3.3. Колонны насадочные.

3.4. Расчет массообменных процессов в колоннах аппаратах.

3.5. Технологический расчет ректификационных колонн.

***Раздел 4. Сушильные аппараты и установки.***

4.1. Методика расчета сушильных установок.

4.2. Расчет на прочность аппаратов для сушки.

4.3. Тенденции развития сушильной техники.

4.4. Техника безопасной эксплуатации сушильных установок.

***Раздел 5. Машины и аппараты разделения неоднородных систем.***

- 5.1. Фильтры для жидкостей. Методика расчета фильтров.
- 5.2. Центрифуги. Методика расчета центрифуг.
- 5.3. Сепараторы. Методика расчета.
- 5.4. Механический расчет центрифуг и сепараторов.

### **Раздел 6. Промышленные печи и химические реакторы.**

- 6.1. Термотехнологические процессы. Классификация печей.
- 6.2. Обжиг, сжигание, пиролиз, крекинг, термическое разложение.

## **6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине представлен в виде оценочных материалов и приведен в Приложении.

## **7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

### **а) основная литература:**

1. Проектирование деталей и узлов машин [Электронный ресурс] : учебник для вузов / К.П. Жуков, Ю.Е. Гуревич. — Электрон. текстовые данные. — М. : Машиностроение, 2014. — 648 с. — 978-5-94275-739-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>
2. Детали машин и основы конструирования [Электронный ресурс] : учебник для вузов / Д.В. Чернилевский. — Электрон. текстовые данные. — М. : Машиностроение, 2012. — 672 с. — 978-5-94275-617-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>
3. Расчет допусков размеров [Электронный ресурс] : учебное пособие / П.Ф. Дунаев, О.П. Леликов. — Электрон. текстовые данные. — М. : Машиностроение, 2006. — 400 с. — 5-217-03309-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>
4. Прочностные расчеты отдельных элементов технологического оборудования [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.П. Леонтьев, А.Г. Мозырев, А.Н. Гребнев [и др.]. — Электрон. дан. — Тюмень : ТюмГНГУ (Тюменский государственный нефтегазовый университет), 2012. — 144 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/books/>
5. Допуски и посадки. Обоснование выбора: Методические указания к практическим занятиям и курсовому проектированию /РГРТА Сост.: В.И. Нестеренко, В.К.Янкелиович, А.А. Зенин. Рязань, 2002 – 40 с.

### **б) дополнительная литература:**

1. Лабораторный практикум по машинам и аппаратам химических производств [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.В. Алексеев [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2011. — 212 с. — 978-5-7882-1203-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>
2. Механика: сборочные конструкции [Электронный ресурс] : Учебные и учебно-методические материалы. Методические указания / В.И.Нестеренко, А.А.Зенин, В.К.Янкелиович - Электрон. текстовые данные. — Рязань : РГРТА, 2004 – 36 с. - Режим доступа: <http://elib.rsreu.ru/ebs/download/137>
3. Механические испытания приборов и аппаратов: Методические указания к лабораторным работам/РГРТУ Сост.: А.П. Капранов, В.П. Федоров, В.А. Зименко, И.Е. Сеницын, И.М. Сельдимиров. Рязань, 2011 – 24 с.

## **8. Перечень ресурсов информационно–телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для изучения дисциплины**

Обучающимся предоставлена возможность индивидуального доступа к следующим электронно-библиотечным системам.

1. Электронно-библиотечная система «Лань», режим доступа – с любого компьютера РГРТУ без пароля. – URL: <https://e.lanbook.com/>
2. Электронно-библиотечная система «IPRbooks», режим доступа – с любого компьютера РГРТУ без пароля, из сети интернет по паролю. – URL: <https://iprbookshop.ru/>.

## 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

### Работа студента на лекции

Только слушать лекцию и записывать за лектором все, что он говорит, недостаточно. В процессе лекционного занятия студент должен выделять важные моменты, выводы, анализировать основные положения. Прослушанный материал лекции студент должен проработать. От того, насколько эффективно он это сделает, зависит и прочность усвоения знаний, и, соответственно, качество восприятия предстоящей лекции, так как он более целенаправленно будет её слушать. Необходим систематический труд в течение всего семестра.

При написании конспекта лекций следует придерживаться следующих правил и рекомендаций.

1. Конспект нужно записывать «своими словами» лишь после того, как излагаемый лектором тезис будет вами дослушан до конца и понят.

2. При конспектировании следует отмечать непонятные, на данном этапе, места; записывать те пояснения лектора, которые показались особенно важными.

3. При ведении конспекта рекомендуется вести нумерацию разделов, глав, формул (в случае, если лектор не заостряет на этом внимание); это позволит при подготовке к сдаче зачета не запутаться в структуре лекционного материала.

4. Рекомендуется в каждом более или менее законченном пункте выразить свое мнение, комментарий, вывод.

При изучении лекционного материала у студента могут возникнуть вопросы. С ними следует обратиться к преподавателю после лекции.

В заключение следует отметить, что конспект каждый студент записывает лично для себя. Поэтому конспект надо писать так, чтобы им было удобно пользоваться.

### Подготовка к практическим занятиям

Практические занятия по решению задач существенно дополняют лекции по курсу. В процессе анализа и решения задач студенты расширяют и углубляют знания, полученные из лекционного курса и учебников, учатся глубже понимать законы и формулы, разбираться в их особенностях, границах применения, приобретают умение применять общие закономерности к конкретным случаям. В процессе решения задач вырабатываются навыки вычислений, работы со справочной литературой, таблицами. Решение задач не только способствует закреплению знаний и тренировке в применении изучаемых законов, но и формирует особый стиль умственной деятельности, особый метод подхода к физическим явлениям. Последнее тесным образом связано с методологией физики как науки.

В часы самостоятельной работы студенты должны решать задачи, с которыми они не успели решить во время аудиторных занятий, и те задачи, которые не получились дома. Отсутствие спешки на таких занятиях (которая нередко бывает на учебных занятиях из-за недостатка времени и напряженности рабочего плана) несомненно должно дать положительный эффект.

Идея построения разделов физики на базе основных постулатов должна найти своё отражение и в содержании практических занятий по решению задач. Когда студенты решают задачи по определённой теме, очень важно, чтобы в результате знакомства с конкретными задачами они усвоили принципиальный подход к познанию достаточно широкого класса явлений.

### Подготовка к лабораторным работам

Главные задачи лабораторного практикума таковы:

- 1) экспериментальная проверка физических законов;
- 2) освоение методики измерений и приобретение навыков эксперимента;
- 3) изучение принципов работы приборов;
- 4) приобретения умения обработки результатов эксперимента.

Прежде чем приступить к выполнению эксперимента, студенту необходимо внимательно ознакомиться с методическим описанием лабораторной работы. Методические описания содержат:

- 1) название работы, её цель;
- 2) перечень приборов и принадлежностей;
- 3) элементы теории;
- 4) методику проведения работы;
- 5) порядок выполнения работы;

- б) обработку результатов измерений;
- 7) контрольные вопросы.

Основная часть времени, выделенная на выполнение лабораторной работы, затрачивается на самостоятельную подготовку. Студент должен понимать, что методическое описание – это только основа для выполнения работы, что навыки экспериментирования зависят не от качества описания, а от отношения студента к работе и что формально, бездумно проделанные измерения – это потраченное впустую время. Если студент приступает к работе без чёткого представления о теории изучаемого вопроса, он не может понять физическое явление, не сумеет отделить изучаемый эффект от случайных ошибок, а также окажется не в состоянии судить об исправности и неисправности установки. Поэтому этапу выполнения работы предшествует «допуск к работе». Этот этап необходим и по той причине, что в лабораторном практикуме часто изучаются темы, еще не прочитанные на лекциях и даже не включенные в лекционный курс. Прежде чем выполнять лабораторную работу студенту необходимо разобраться в устройстве установки или макета, порядке проведения измерений, а также иметь представление о том, какие расчеты необходимо будет провести.

Выполнение каждой из запланированных работ заканчивается предоставлением отчета. Требования к форме и содержанию отчета приведены в каждой из лабораторий. Отчет по лабораторной работе студент должен начать оформлять еще на этапе подготовки к ее выполнению. Допускаясь к лабораторной работе, каждый студент должен представить преподавателю «заготовку» отчета, содержащую: оформленный титульный лист (по образцу, имеющемуся в лаборатории), цель работы, приборы и принадлежности, эскиз экспериментального макета, основные закономерности изучаемого явления и расчетные формулы. Чтобы сэкономить время при выполнении работы, рекомендуется заранее подготовить и таблицу для записи результатов измерений.

После выполнения лабораторной работы необходимо согласовать полученные результаты с преподавателем. После чего нужно провести расчеты и оценку погрешности измерений согласно методическим указаниям.

Важным этапом также является защита лабораторной работы. В процессе защиты студент отвечает на вопросы преподавателя, касающиеся теории изучаемого явления, комментирует полученные в ходе работы результаты. При подготовке к защите лабораторной работы рекомендуется пользоваться дополнительной литературой, список которой приведен в методическом описании, а также конспектом лекций. От того, насколько тщательно студент готовился к защите лабораторной работы во многом зависит и конечный результат его обучения.

Подготовка к сдаче зачета

Зачет – форма промежуточной проверки знаний, умений, навыков, степени освоения дисциплины.

Главная задача зачета состоит в том, чтобы у студента из отдельных сведений и деталей составилось представление об общем содержании соответствующей дисциплины, стала понятной методика предмета, его система. Готовясь к зачету, студент приводит в систему знания, полученные на лекциях, в лабораториях, на практических занятиях, разбирается в том, что осталось непонятным, и тогда изучаемая им дисциплина может быть воспринята в полном объеме с присущей ей строгостью и логичностью, ее практической направленностью.

Студенту на зачете нужно не только знать сведения из тех или иных разделов теоретической механики, но и владеть ими практически: видеть физическую задачу в другой науке, уметь пользоваться физическими методами исследования в других естественных и технических науках, опираясь на методологию механики, получать новые знания и т. д.

Зачет дает возможность также выявить, умеют ли студенты использовать теоретические знания при решении физических задач.

На зачете оцениваются:

- 1) понимание и степень усвоения теории;
- 2) методическая подготовка;
- 3) знание фактического материала;
- 4) знакомство с основной и дополнительно литературой, а также с современными публикациями по данному курсу;
- 5) умение приложить теорию к практике, решать задачи механики, правильно проводить расчеты и т. д.;
- 6) знакомство с историей науки;
- 7) логика, структура и стиль ответа, умение защищать выдвигаемые положения.



Но значение зачета не ограничивается проверкой знаний. Являясь естественным завершением работы студента, они способствуют обобщению и закреплению знаний и умений, приведению их в строгую систему, а также устранению возникших в процессе занятий пробелов. И еще одно значение зачета. Он проводится по курсам, в которых преобладает теоретический материал, имеющий большое значение для подготовки будущего специалиста.

Подготовку к зачету следует начинать с общего планирования своей деятельности в сессию. С определения объема материала, подлежащего проработке. Необходимо внимательно сверить свои конспекты с программой, чтобы убедиться, все ли разделы отражены в лекциях. Отсутствующие темы законспектировать по учебнику. Более подробное планирование на ближайшие дни будет первым этапом подготовки к очередному зачету. Второй этап предусматривает системное изучение материала по данному предмету с обязательной записью всех выкладок, выводов, формул. На третьем этапе - этапе закрепления – полезно чередовать углубленное повторение особенно сложных вопросов с беглым повторением всего материала.

#### 10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд. 315	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Практические занятия, лабораторные работы	№ ауд. 315	Учебные плакаты, макеты механизмов и кинематических пар, типовые детали и узлы машин и приборов на специальных стендах. Операционная система Windows XP. Kaspersky Endpoint Security.