

2.017

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор
по образовательной деятельности



А. А. Панфилов

_____ 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
РЕЗАНИЕ МАТЕРИАЛОВ И РЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ

Направление подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

Профиль/программа подготовки

Уровень высшего образования бакалавриат

Форма обучения очная

Семестр	Трудоемкость зач. ед, час.	Лекций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работ, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
5	2/ 72	18	18	-	36	зачет
6	4 / 144	18	18	18	54	экзамен (36ч.)
Итого	6 / 216	36	36	18	90	зачет, экзамен (36ч.)

Владимир, 2017

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины «Резание материалов и режущий инструмент» направлено на достижение следующих целей ОПОП 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»:

Код цели	Формулировка цели
Ц1	Подготовка выпускников к <i>проектно-конструкторской деятельности</i> , обеспечивающей создание проектов машиностроительных изделий, с учетом внешних и внутренних требований к их производству и качеству.
Ц2	Подготовка выпускников к <i>организационно-управленческой деятельности</i> , включающей в себя организацию работы коллектива исполнителей разной степени профессиональной ориентации, осознавать нравственную, правовую и экономическую ответственность за принятие своих профессиональных решений.

Целями освоения дисциплины «Резание материалов и режущий инструмент» являются ознакомление с основными закономерностями, имеющими место в процессе взаимодействия формообразующего инструмента с обрабатываемым материалом, и возможностями направленного воздействия на эти процессы с целью их оптимизации, повышения качества и производительности технологических систем обработки.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Резание материалов и режущий инструмент» относится к обязательным дисциплинам вариативной части. Для успешного изучения дисциплины «Резание материалов и режущий инструмент» студенты должны быть знакомы с основными положениями курсов: «Материаловедение», «Физика», «Теоретическая механика» «Сопроотивление материалов», «Технологические процессы в машиностроении», «Метрология, стандартизация и сертификация».

Дисциплина «Резание материалов и режущий инструмент» является предшествующей для изучения следующих дисциплин и практик «Основы надежности технологических систем», «Технологическая механика» «Основы технологии машиностроения», «Процессы и операции формообразования» «Оборудование машиностроительного производства», «Технология машиностроения».

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

После изучения данной дисциплины студент приобретает знания, умения и опыт, соответствующие результатам ОПОП направления 15.03.05:

Р1, Р2, Р5, Р6 (расшифровка результатов обучения приводится в ОПОП направления 15.03.05).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты обучения, согласующиеся с формируемыми компетенциями ОПОП:

- способностью участвовать в разработке проектов изделий машиностроения, средств технологического оснащения, автоматизации и диагностики машиностроительных производств, технологических процессов их изготовления и модернизации с учетом технологических, эксплуатационных, эстетических, экономических, управленческих параметров и использованием современных информационных технологий и вычислительной технике, а так же выбирать эти средства и проводить диагностику объектов машиностроительных производств с применением необходимых методов и средств анализа (ПК-4):

Знать: физическую сущность явлений при резании материалов; виды стружки и способы их изменения; влияние процессов стружкообразования на остаточные напряжения, глубину и степень наклёпа обработанной поверхности;

Уметь: выбирать рациональные виды обработки в зависимости от вида обрабатываемых поверхностей заготовки, обрабатываемого материала и требований к качеству обработанных поверхностей; производить выбор режущих инструментов, марки инструментального материала, оптимальные геометрические параметры и параметров режимов резания;

Владеть: методикой выбора инструментального материала;

- способностью участвовать в разработке и практическом освоении средств и систем машиностроительных производств, подготовке планов освоения новой техники и технологий, составлении заявок на проведение сертификации продукции, технологий, указанных средств и систем (ПК-8):

Знать: виды режущих инструментов и особенность их использования; особенности износа режущих инструментов, оптимальную стойкость и способы восстановления работоспособности; особенности основных видов обработки резанием;

Уметь: выбирать вид и марку смазочно-охлаждающего технологического средства в зависимости от требований к качеству обработанных поверхностей и экономических показателей; рассчитывать силы резания и требуемую мощность металлорежущего оборудования;

Владеть: методикой расчёта режимов резания.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5 семестр: Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 часов.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Объем учебной работы с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля Успеваемости (по неделям семестрам) форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	КП / КР		
1	Раздел 1	5		6	6			12		6 / 50	
1.1	Содержание и роль дисциплины в подготовке бакалавров. Резание материалов, история развития.		1	1	1			3		1 / 50	Рейтинг-контроль №1
1.2	Кинематика процесса резания. Срезаемый слой.		2	1	1			3		1 / 50	
1.3	Инструментальные материалы.		3-4	2	2			3		2 / 50	
1.4	Силы, работа при формообразовании и вопросы динамики резания.		5-6	2	2			3		2 / 50	
2	Раздел 2			6	6			12		6 / 50	
2.1	Теплофизика процессов формообразования.		7-8	2	2			4		2 / 50	Рейтинг-контроль №2
2.2	Изнашивание, стойкость и прочность формообразующих инструментов.		9-10	2	2			4		2 / 50	
2.3	Качество поверхностного слоя.		11-12	2	2			4		2 / 50	
3	Раздел 3			6	6			12		6 / 50	
3.1	Скорость резания допускаемая режущим инструментом. Оптимизация скорости резания.		13-14	2	2			4		2 / 50	Рейтинг-контроль №3
3.2	Способы дополнительного воздействия на процессы.		15-16	2	2			4		2 / 50	
3.3	Особенности процесса шлифования.		17-19	2	2			4		2 / 50	
Итого				18	18			36		18 / 50	Зачет

6 семестр: Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Объем учебной работы с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля Успеваемости (по неделям семестрам) форма промежуточной аттестации (по семестрам)	
				Лекции	Практические	Лабораторные	Контрольные работы	СРС	КП / КР			
1	Раздел 1	6		6	6	6		18		9 / 50		
1.1	Требования к формообразующим инструментам. Этапы расчета и проектирования инструментов.		1	1	1			3		1,5 / 50	Рейтинг-контроль №1	
1.2	Тенденции развития режущих инструментов.		2	1	1			5		1,5 / 50		
1.3	Конструкции простых резцов и проектирование фасонных резцов.		3-4	2	2	2		5		3 / 50		
1.4	Конструирование внутренних и наружных протяжек		5-6	2	2	2		5		3 / 50		
2	Раздел 2				6	6	6		18		9 / 50	
2.1	Проектирование фрез общего назначения и фасонных		7-8	2	2	2		6		3 / 50	Рейтинг-контроль №2	
2.2	Проектирование сверл, зенкеров и разверток.		9-10	2	2	2		6		3 / 50		
2.3	Проектирование метчиков, плашек и резьбонарезных головок.		11-12	2	2	2		6		3 / 50		
3	Раздел 3				6	6	6		18		9 / 50	
3.1	Проектирование дисковых и червячных модульных фрез и долбяков.	13-14	2	2	2		6		3 / 50	Рейтинг-контроль №3		
3.2	Проектирование инструментов для обработки винтовых поверхностей.	15-16	2	2	2		6		3 / 50			
3.3	Конструкции, состав и маркировка шлифовальных кругов.	17-18	2	2	2		6		3 / 50			
Итого				18	18	18		54		27 / 50	Экзамен (36ч.)	

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Ориентация на тактические образовательные технологии, являющиеся конкретным способом достижения целей образования в рамках намеченной стратегической технологии.

При чтении лекций используется метод проблемного изложения с использованием интерактивной формы проведения занятий.

При проведении лабораторных и практических занятий используются: поисковый и исследовательские методы, а так же активные формы обучения, такие как:

- мультимедийные тренинги по обработке металлов резанием и режущему инструменту;
- мастер-класс со специалистами в области режущего инструмента и обработки материалов резанием;
- встречи с представителями российских компаний, работающих в области разработок современного инструмента.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах – составляет 50% аудиторных занятий.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ; УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

5 семестр

Вопросы для проведения рейтинг - контроля № 1

1. Дайте определения способам лезвийной обработки резанием (точению, сверлению, зенкерование, торцовому и цилиндрическому фрезерованию).
2. Чем отличается нестационарное резание от стационарного, несвободное от свободного, косоугольное от прямоугольного?
3. Приведите примеры способов абразивной обработки резанием. Чем отличается врезное кругное наружное шлифование от профильного?
4. Какие плоскости используются для определения действительных (кинематических) углов режущего лезвия? Дайте определения этих плоскостей и измеряемых в них действительных углов режущего лезвия.
5. Приведите основные схемы сливного стружкообразования.
6. Дайте определения глубины резания и глубины врезания. Для каких способов обработки используются обе эти кинематические характеристики? Чем они схожи и чем отличаются?
7. Перечислите основные характеристики подачи и скорости резания, приведите формулы, по которым они вычисляются.
8. Как определяется толщина и ширина срезаемого слоя при различных способах обработки (точении, фрезеровании, нарезании резьбы метчиком)?
9. Охарактеризуйте особенности определения кинематических характеристик срезаемого слоя при различных способах абразивного отрезания.
10. Дайте кинематическое определение усадки стружки, выведите формулу Тиме, связывающую усадку стружки с передним углом режущего лезвия и углом наклона условной плоскости сдвига.
11. Сформулируйте условие контакта стружки с инструментом и выведите из этого условия формулу для касательной скорости движения стружки относительно условной плоскости сдвига и формулу Тиме - Мерчанта для относительного сдвига.
12. Поясните кинематический механизм образования текстуры при резании. Приведите формулу, связывающую угол текстуры стружки с относительным сдвигом.

13. Что может быть использовано в качестве характеристик скоростей деформаций и деформаций при резании?
14. Приведите формулы для оценки скоростей деформаций и распределения деформаций в зоне деформации.
15. Приведите экспериментальные данные о влиянии деформации на предел текучести при резании.
16. Связь между технологическими и физическими составляющими силы резания при прямоугольном свободном тчении, при несвободном резании.
17. Приведите формулу Мерчанта о связи угла наклона условной плоскости сдвига с углом действия, сопоставьте ее с имеющимися экспериментальными данными, проанализируйте.
18. Как рассчитываются силы резания по касательным напряжениям, усадке стружки, длине контакта стружки с резцом?
19. Приведите формулы и для теоретического определения усадки и действительного переднего угла схода стружки при постоянных касательных напряжениях.
20. Сравните теоретические результаты с экспериментальными.
21. Удельные силы резания. Влияние условий резания на удельные силы.
22. Какие особенности необходимо учитывать при расчете сил фрезерования торцово-коническими прямозубыми фрезами?
23. Охарактеризуйте схему расчета технологических сил при встречном фрезеровании цилиндрическими фрезами с винтовыми зубьями.
24. Охарактеризуйте схему расчета технологических сил при попутном фрезеровании цилиндрическими фрезами с винтовыми зубьями.
25. Каковы особенности расчета проекций силы резания при зенкерование и сверлении?
26. Охарактеризуйте схему расчета крутящего момента при нарезании резьбы метчиком. При несвободном резании в чем заключается основной закон теплопроводности в твердых телах (закон Фурье)? Что такое удельная теплоемкость, коэффициенты теплопроводности, температуропроводности, аккумуляции теплоты?
27. Запишите уравнение теплопроводности для одномерного нестационарного температурного поля.
28. Фундаментальное решение уравнения теплопроводности. Точечный мгновенный источник теплоты.
29. Как изменяется плотность теплового потока на торце бесконечного теплоизолированного стержня при постоянной температуре торца?
30. Как изменяется температура на торце бесконечного теплоизолированного стержня при постоянной плотности теплового потока на торце стержня?
31. Как изменяется температура в бесконечном теплоизолированном стержне при движении по нему точечного постоянно действующего источника теплоты?
32. В чем суть метода быстродвижущихся источников теплоты и как может быть охарактеризована область применения этого метода?

Вопросы для проведения рейтинг - контроля № 2

1. Какой прием используется для расчета температуры за пределами действия источника теплоты? для расчета температуры от неравномерно распределенного источника теплоты?
2. От каких факторов зависит температура деформации?
3. Как рассчитать поток тепла от зоны стружкообразования в деталь?
4. Приведите экспериментальные результаты измерения тепловых потоков от застойной зоны и фаски износа и сформулируйте вытекающие т них выводы.
5. Каковы потоки тепла в режущий инструмент? При каких условиях резания ими

- можно пренебречь?
6. От каких факторов зависит температура передней поверхности режущего лезвия?
 7. Как изменяется температура на фаске износа при увеличении ширины этой фаски и других условий резания?
 8. От каких факторов зависит предел текучести при резании: от деформации? от скорости деформации? от температуры? от взаимосвязи этих факторов? Приведите экспериментальные факты, подтверждающие справедливость Ваших выводов.
 9. Что такое максимальный предел текучести материала в условиях адиабатических деформаций? От каких факторов он зависит и где проявляется при резании?
 10. Влияние локализации деформаций вблизи конечной границы на средние касательные напряжения в условной плоскости сдвига.
 11. Где больше максимальные значения предела текучести: в условной плоскости сдвига или на передней поверхности инструмента?
 12. Где больше средние значения предела текучести: в условной плоскости сдвига или на передней поверхности инструмента?
 13. Как учитывается взаимосвязь предела текучести и температуры передней поверхности для условий резания?
 14. От каких факторов зависит предел текучести при резании: от деформации? от скорости деформации? от температуры? от взаимосвязи этих факторов? Приведите экспериментальные факты, подтверждающие справедливость Ваших выводов.
 15. Что такое максимальный предел текучести материала в условиях адиабатических деформаций? От каких факторов он зависит и где проявляется при резании?
 16. Влияние локализации деформаций вблизи конечной границы на средние касательные напряжения в условной плоскости сдвига.
 17. Где больше максимальные значения предела текучести: в условной плоскости сдвига или на передней поверхности инструмента?
 18. Где больше средние значения предела текучести: в условной плоскости сдвига или на передней поверхности инструмента?
 19. Как учитывается взаимосвязь предела текучести и температуры передней поверхности для условий резания?
 20. Какие факторы более всего влияют на величину растягивающих напряжений в режущем клине и на предельную допускаемую условиями хрупкого разрушения толщину срезаемого слоя?
 21. Назовите факторы, влияющие на пластические деформации и формоустойчивость режущего лезвия.
 22. Какие характеристики используются для количественного описания геометрии износа режущего инструмента?
 23. Перечислите основные разновидности механизмов изнашивания и деформации режущего лезвия, отличающиеся природой физико-химических явлений.
 24. Чем отличаются характеристики изнашивания и износостойкости инструмента? Перечислите те и другие.
 25. Охарактеризуйте связь между характеристиками изнашивания и износостойкости режущего инструмента.
 26. Какие факторы влияют на характеристики износа и изнашивания поверхностей инструмента? Роль температуры в обобщении влияния этих факторов.
 27. Охарактеризуйте влияние инструментального материала на зависимость интенсивностей изнашивания инструмента от температуры.
 28. В чем состоит суть понятия «формоустойчивость режущего лезвия»? Связь условия формоустойчивости с возникновением катастрофического износа инструмента.
 29. Влияние температуры на формоустойчивость режущего лезвия.
 30. Применение ЭВМ для расчета характеристик износа и проверки условия формоустойчивости режущего лезвия.

31. Что понимают под скоростью резания, соответствующей заданной стойкости инструмента? Запишите и охарактеризуйте уравнение Тейлора, связывающее скорость резания со стойкостью инструмента.
32. Сделайте вывод экономически целесообразной стойкости инструмента. Что такое стойкость наибольшей производительности?

Вопросы для проведения рейтинг - контроля № 3

1. Что понимают под критическими скоростями и стойкостями?
2. Какие скорости резания используются в качестве минимальных целесообразных? в качестве наибольших целесообразных?
3. Охарактеризуйте влияние подачи и глубины резания, толщины и ширины срезаемого слоя на допускаемую износостойкостью инструмента скорость резания.
4. Как связаны скорости резания, соответствующие постоянной стойкости и постоянной интенсивности изнашивания инструмента?
5. Что понимают под термином «обрабатываемость материалов резанием»? Широкая и узкая трактовки этого понятия.
6. Какое влияние оказывают на скорость резания, соответствующую постоянной стойкости инструмента, теплофизические и прочностные характеристики обрабатываемого материала?
7. Группы обрабатываемости. Классификация обрабатываемых материалов по группам обрабатываемости.
8. Охарактеризуйте принципиальные отличия двух рассмотренных различных подходов к определению скорости резания, допускаемой износостойкостью инструмента.
9. В чем суть и каковы преимущества определения допускаемой скорости резания путем интегрирования интенсивности изнашивания по пути резания?
10. Охарактеризуйте целесообразность использования температурных факторов для определения рациональных скоростей резания. Какие сведения об условиях резания необходимы для расчета скорости резания по заданным температурам?
11. В чем состоит методика приближенной оценки соотношений между скоростью резания и характеристиками износостойкости инструмента?
12. Как учитывается влияние изменения скорости резания в течение периода стойкости инструмента на допускаемую частоту вращения шпинделя?
13. Каковы принципы постановки задачи об оптимизации режимов резания и геометрических параметров режущих инструментов?
14. Сделайте эскизы форм режущих лезвий для черновой обработки пластичных металлов.
15. Какие исходные данные об обрабатываемом материале, режущем инструменте и параметрах детали используются при расчете усадки стружки, удельных сил резания на ЭВМ?
16. Какие процессы резания используются для анализа состояния режущего лезвия при расчете на ЭВМ? Сделайте примерные эскизы.
17. Охарактеризуйте условия завивания и дробления стружки при черновом точении стали. Сделайте эскиз.
18. Охарактеризуйте основные этапы и последовательность расчета рациональных режимов резания и геометрических параметров инструмента.
19. Охарактеризуйте люмопты оптимизации скорости резания по личным критериям
20. Как влияют параметры криволинейных и прямолинейных зачищающих кромок на шероховатость обработанной поверхности при чистовом точении?
21. Охарактеризуйте влияние подачи, глубины резания, толщины и ширины срезаемого слоя, жесткости технологической системы на характеристики качества обработанной поверхности.
22. Какие параметры используются для анализа состояния инструмента и обрабатываемого материала?

- мой поверхности при расчете на ЭВМ?
23. Какие типы сред и группы смазочно-охлаждающих жидкостей применяются при обработке сталей и труднообрабатываемых материалов?
 24. Что понимают под «высокоскоростным резанием» применительно различным способам обработки и обрабатываемым материалам?
 25. Особенности скоростного резания легкоплавких и тугоплавких материалов. Какой критерий используется для деления обрабатываемых материалов по этому признаку?
 26. Какое влияние оказывают свойства новых инструментальных материалов на повышение скорости резания?
 27. Основные факторы, способствующие увеличению скорости резания, при высокоскоростном шлифовании.
 28. Приведите классификацию инструментальных материалов по свойствам. Дайте графическую интерпретацию этой классификации.
 29. Перечислите основные требования к инструментальным материалам и охарактеризуйте последовательность и пути их выполнения.
 30. Укажите основные свойства наиболее применяемых углеродистых легированных инструментальных сталей.
 31. Охарактеризуйте влияние легирующих элементов на свойства быстрорежущих сталей.
 32. Что такое порошковые быстрорежущие стали и карбидостали?
 33. Приведите классификацию быстрорежущих сталей по свойствам служебному назначению. Что такое «шлифуемость» быстрорежущих сталей? Оценка быстрорежущих сталей по этому признаку
 34. Охарактеризуйте состав и характеристики вольфрамокобальтовых твердых сплавов.
 35. Охарактеризуйте состав и характеристики титановольфрамовых и титанотанталовольфрамовых твердых сплавов.
 36. Укажите направления совершенствования безвольфрамовых твердых сплавов, охарактеризуйте их состав и свойства.
 37. Укажите области применения различных марок твердых сплавов.
 38. Основные тенденции совершенствования твердых сплавов. Примеры новых созданных марок твердых сплавов различными фирмами.
 39. Укажите состав, свойства и область применения режущей керамики.
 40. Приведите классификацию основных отечественных и зарубежных марок режущей керамики по их основным свойствам. Дайте графическую иллюстрацию этой классификации.
 41. Охарактеризуйте состав и свойства современных ПСТМ на основе алмаза и плотных модификаций нитрида бора.
 42. Укажите рациональные области применения ПСТМ.

Вопросы к зачету

1. Дайте определения способам лезвийной обработки резанием (точению, сверлению, зенкерованию, торцовому и цилиндрическому фрезерованию).
2. Чем отличается нестационарное резание от стационарного, несвободное от свободного, косоугольное от прямоугольного?
3. Приведите примеры способов абразивной обработки резанием. Чем отличается врезное кругное наружное шлифование от профильного?
4. Какие плоскости используются для определения действительных (кинематических) углов режущего лезвия? Дайте определения этих плоскостей и измеряемых в них действительных углов режущего лезвия.
5. Приведите основные схемы сливного стружкообразования.
6. Дайте определения глубины резания и глубины врезания. Для каких способов об-

- работки используются обе эти кинематические характеристики? Чем они схожи и чем отличаются?
7. Перечислите основные характеристики подачи и скорости резания, приведите формулы, по которым они вычисляются.
 8. Как определяется толщина и ширина срезаемого слоя при различных способах обработки (точении, фрезеровании, нарезании резьбы метчиком)?
 9. Охарактеризуйте особенности определения кинематических характеристик срезаемого слоя при различных способах абразивного отрезания.
 10. Дайте кинематическое определение усадки стружки, выведите формулу Тиме, связывающую усадку стружки с передним углом режущего лезвия и углом наклона условной плоскости сдвига.
 11. Сформулируйте условие контакта стружки с инструментом и выведите из этого условия формулу для касательной скорости движения стружки относительно условной плоскости сдвига и формулу Тиме - Мерчанта для относительного сдвига.
 12. Поясните кинематический механизм образования текстуры при резании. Приведите формулу, связывающую угол текстуры стружки с относительным сдвигом.
 13. Что может быть использовано в качестве характеристик скоростей деформаций и деформаций при резании?
 14. Приведите формулы для оценки скоростей деформаций и распределения деформаций в зоне деформации.
 15. Приведите экспериментальные данные о влиянии деформации на предел текучести при резании.
 16. Связь между технологическими и физическими составляющими силы резания при прямоугольном свободном точении, при несвободном резании.
 17. Приведите формулу Мерчанта о связи угла наклона условной плоскости сдвига с углом действия, сопоставьте ее с имеющимися экспериментальными данными, проанализируйте.
 18. Как рассчитываются силы резания по касательным напряжениям, усадке стружки, длине контакта стружки с резцом?
 19. Приведите формулы и для теоретического определения усадки и действительного переднего угла схода стружки при постоянных касательных напряжениях.
 20. Сравните теоретические результаты с экспериментальными.
 21. Удельные силы резания. Влияние условий резания на удельные силы.
 22. Какие особенности необходимо учитывать при расчете сил фрезерования торцово-коническими прямозубыми фрезами?
 23. Охарактеризуйте схему расчета технологических сил при встречном фрезеровании цилиндрическими фрезами с винтовыми зубьями.
 24. Охарактеризуйте схему расчета технологических сил при попутном фрезеровании цилиндрическими фрезами с винтовыми зубьями.
 25. Каковы особенности расчета проекций силы резания при зенкеровании и сверлении?
 26. Охарактеризуйте схему расчета крутящего момента при нарезании резьбы метчиком. При несвободном резании в чем заключается основной закон теплопроводности в твердых телах (закон Фурье)? Что такое удельная теплоемкость, коэффициенты теплопроводности, температуропроводности, аккумуляции теплоты?
 27. Запишите уравнение теплопроводности для одномерного нестационарного температурного поля.
 28. Фундаментальное решение уравнения теплопроводности. Точечный мгновенный источник теплоты.
 29. Как изменяется плотность теплового потока на торце бесконечного теплоизолированного стержня при постоянной температуре торца?

30. Как изменяется температура на торце бесконечного теплоизолированного стержня при постоянной плотности теплового потока на торце стержня?
31. Как изменяется температура в бесконечном теплоизолированном стержне при движении по нему точечного постоянно действующего источника теплоты?
32. В чем суть метода быстродвижущихся источников теплоты и как может быть охарактеризована область применения этого метода?
33. Какой прием используется для расчета температуры за пределами действия источника теплоты? для расчета температуры от неравномерно распределенного источника теплоты?
34. От каких факторов зависит температура деформации?
35. Как рассчитать поток тепла от зоны стружкообразования в деталь?
36. Приведите экспериментальные результаты измерения тепловых потоков от застойной зоны и фаски износа и сформулируйте вытекающие из них выводы.
37. Каковы потоки тепла в режущий инструмент? При каких условиях резания ими можно пренебречь?
38. От каких факторов зависит температура передней поверхности режущего лезвия?
39. Как изменяется температура на фаске износа при увеличении ширины этой фаски и других условий резания?
40. От каких факторов зависит предел текучести при резании: от деформации? от скорости деформации? от температуры? от взаимосвязи этих факторов? Приведите экспериментальные факты, подтверждающие справедливость Ваших выводов.
41. Что такое максимальный предел текучести материала в условиях адиабатических деформаций? От каких факторов он зависит и где проявляется при резании?
42. Влияние локализации деформаций вблизи конечной границы на средние касательные напряжения в условной плоскости сдвига.
43. Где больше максимальные значения предела текучести: в условной плоскости сдвига или на передней поверхности инструмента?
44. Где больше средние значения предела текучести: в условной плоскости сдвига или на передней поверхности инструмента?
45. Как учитывается взаимосвязь предела текучести и температуры передней поверхности для условий резания?
46. От каких факторов зависит предел текучести при резании: от деформации? от скорости деформации? от температуры? от взаимосвязи этих факторов? Приведите экспериментальные факты, подтверждающие справедливость Ваших выводов.
47. Что такое максимальный предел текучести материала в условиях адиабатических деформаций? От каких факторов он зависит и где проявляется при резании?
48. Влияние локализации деформаций вблизи конечной границы на средние касательные напряжения в условной плоскости сдвига.
49. Где больше максимальные значения предела текучести: в условной плоскости сдвига или на передней поверхности инструмента?
50. Где больше средние значения предела текучести: в условной плоскости сдвига или на передней поверхности инструмента?
51. Как учитывается взаимосвязь предела текучести и температуры передней поверхности для условий резания?
52. Какие факторы более всего влияют на величину растягивающих напряжений в режущем клине и на предельную допускаемую условиями хрупкого разрушения толщину срезаемого слоя?
53. Назовите факторы, влияющие на пластические деформации и формоустойчивость режущего лезвия.
54. Какие характеристики используются для количественного описания геометрии износа режущего инструмента?
55. Перечислите основные разновидности механизмов изнашивания и деформации ре-

- жущего лезвия, отличающиеся природой физико-химических явлений.
56. Чем отличаются характеристики изнашивания и износостойкости инструмента? Перечислите те и другие.
 57. Охарактеризуйте связь между характеристиками изнашивания и износостойкости режущего инструмента.
 58. Какие факторы влияют на характеристики износа и изнашивания поверхностей инструмента? Роль температуры в обобщении влияния этих факторов.
 59. Охарактеризуйте влияние инструментального материала на зависимость интенсивностей изнашивания инструмента от температуры.
 60. В чем состоит суть понятия «формоустойчивость режущего лезвия»? Связь условия формоустойчивости с возникновением катастрофического износа инструмента.
 61. Влияние температуры на формоустойчивость режущего лезвия.
 62. Применение ЭВМ для расчета характеристик износа и проверки условия формоустойчивости режущего лезвия.
 63. Что понимают под скоростью резания, соответствующей заданной стойкости инструмента? Запишите и охарактеризуйте уравнение Тейлора, связывающее скорость резания со стойкостью инструмента.
 64. Сделайте вывод экономически целесообразной стойкости инструмента. Что такое стойкость наибольшей производительности?
 65. Что понимают под критическими скоростями и стойкостями?
 66. Какие скорости резания используются в качестве минимальных целесообразных? в качестве наибольших целесообразных?
 67. Охарактеризуйте влияние подачи и глубины резания, толщины и ширины срезаемого слоя на допускаемую износостойкостью инструмента скорость резания.
 68. Как связаны скорости резания, соответствующие постоянной стойкости и постоянной интенсивности изнашивания инструмента?
 69. Что понимают под термином «обрабатываемость материалов резанием»? Широкая и узкая трактовки этого понятия.
 70. Какое влияние оказывают на скорость резания, соответствующую постоянной стойкости инструмента, теплофизические и прочностные характеристики обрабатываемого материала?
 71. Группы обрабатываемости. Классификация обрабатываемых материалов по группам обрабатываемости.
 72. Охарактеризуйте принципиальные отличия двух рассмотренных различных подходов к определению скорости резания, допускаемой износостойкостью инструмента.
 73. В чем суть и каковы преимущества определения допускаемой скорости резания путем интегрирования интенсивности изнашивания по пути резания?
 74. Охарактеризуйте целесообразность использования температурных факторов для определения рациональных скоростей резания. Какие сведения об условиях резания необходимы для расчета скорости резания по заданным температурам?
 75. В чем состоит методика приближенной оценки соотношений между скоростью резания и характеристиками износостойкости инструмента?
 76. Как учитывается влияние изменения скорости резания в течение периода стойкости инструмента на допускаемую частоту вращения шпинделя?
 77. Каковы принципы постановки задачи об оптимизации режимов резания и геометрических параметров режущих инструментов?
 78. Сделайте эскизы форм режущих лезвий для черновой обработки пластичных металлов.
 79. Какие исходные данные об обрабатываемом материале, режущем инструменте и параметрах детали используются при расчете усадки стружки, удельных сил резания на ЭВМ?
 80. Какие процессы резания используются для анализа состояния режущего лезвия при

- расчете на ЭВМ? Сделайте примерные эскизы.
81. Охарактеризуйте условия завивания и дробления стружки при черновом точении стали. Сделайте эскиз.
 82. Охарактеризуйте основные этапы и последовательность расчета рациональных режимов резания и геометрических параметров инструмента.
 83. Охарактеризуйте люмопты оптимизации скорости резания по личным критериям
 84. Как влияют параметры криволинейных и прямолинейных зачищающих кромок на шероховатость обработанной поверхности при чистовом точении?
 85. Охарактеризуйте влияние подачи, глубины резания, толщины и ширины срезаемого слоя, жесткости технологической системы на характеристики качества обработанной поверхности.
 86. Какие параметры используются для анализа состояния инструмента и обрабатываемой поверхности при расчете на ЭВМ?
 87. Какие типы сред и группы смазочно-охлаждающих жидкостей применяются при обработке сталей и труднообрабатываемых материалов?
 88. Что понимают под «высокоскоростным резанием» применительно различным способам обработки и обрабатываемым материалам?
 89. Особенности скоростного резания легкоплавких и тугоплавких материалов. Какой критерий используется для деления обрабатываемых материалов по этому признаку?
 90. Какое влияние оказывают свойства новых инструментальных материалов на повышение скорости резания?
 91. Основные факторы, способствующие увеличению скорости резания, при высокоскоростном шлифовании.
 92. Приведите классификацию инструментальных материалов по свойствам. Дайте графическую интерпретацию этой классификации.
 93. Перечислите основные требования к инструментальным материалам и охарактеризуйте последовательность и пути их выполнения.
 94. Укажите основные свойства наиболее применяемых углеродистых легированных инструментальных сталей.
 95. Охарактеризуйте влияние легирующих элементов на свойства быстрорежущих сталей.
 96. Что такое порошковые быстрорежущие стали и карбидостали?
 97. Приведите классификацию быстрорежущих сталей по свойствам служебному назначению. Что такое «шлифуемость» быстрорежущих сталей? Оценка быстрорежущих сталей по этому признаку
 98. Охарактеризуйте состав и характеристики вольфрамкобальтовых твердых сплавов.
 99. Охарактеризуйте состав и характеристики титановольфрамовых и титанотанталовольфрамовых твердых сплавов.
 100. Укажите направления совершенствования безвольфрамовых твердых сплавов, охарактеризуйте их состав и свойства.
 101. Укажите области применения различных марок твердых сплавов.
 102. Основные тенденции совершенствования твердых сплавов. Примеры новых созданных марок твердых сплавов различными фирмами.
 103. Укажите состав, свойства и область применения режущей керамики.
 104. Приведите классификацию основных отечественных и зарубежных марок режущей керамики по их основным свойствам. Дайте графическую иллюстрацию этой классификации.
 105. Охарактеризуйте состав и свойства современных ПСТМ на основе алмаза и плотных модификаций нитрида бора.
 106. Укажите рациональные области применения ПСТМ.

Темы для самостоятельной работы студентов

1. Геометрические параметры режущей части инструмента.
2. Теоретические основы износа инструмента и его стойкость.
3. Инструментальные стали.
4. Быстрорежущие стали.
5. Твёрдые сплавы.
6. Режущие керамики.
7. Синтетические и сверхтвёрдые материалы.
8. Абразивные материалы.
9. Современные смазочно-охлаждающие жидкости.
10. Особенности расчёта режимов резания для многоинструментальных станков.

6 семестр

Вопросы для проведения рейтинг - контроля № 1

1. Какой из перечисленных параметров определяет направление схода стружки?
1-φ; 2- Ψ; 3-λ; 4- δ; 5- γ.
2. Сколько систем координат используют для назначения геометрических параметров?
1-1; 2-2; 3-3; 4-4; 5-5.
3. Какой из перечисленных параметров в наибольшей степени влияет на силу резания?
1-φ; 2- Ψ; 3-λ; 4- δ; 5- γ.
4. Какой из перечисленных параметров влияет на соотношение толщины и ширины срезаемого слоя?
1-φ; 2- Ψ; 3-λ; 4- δ; 5- γ.
5. У какого из перечисленных инструментальных материалов будет наибольшим предел прочности при изгибе?
1-T5K12; 2-BK6M; 3-ЦМ332; 4-Алмаз; 5-Композит;
6. Какой из инструментальных материалов имеет наибольшую красно-стойкость?
1-T5K12; 2-BK6M; 3-ЦМ332; 4-Алмаз; 5-Композит.

Вопросы для проведения рейтинг – контроля № 2

1. Почему корпуса строгальных резцов делают изогнутыми?
1-для жесткости; 2- для прочности; 3-для удобства установки; 4-для устранения заклинивания; 5-для удаления стружки.
2. Как улучшить геометрические параметры участка профиля фасонного резца, перпендикулярного к оси изделия?
1-Увеличить передний угол в расчетной точке; 2-Увеличить задний угол в расчетной точке; 3-Ввести угол λ; 4-Увеличить скорость резания; 5-сделать «поднутрение»;
3. Условие равномерного фрезерования цилиндрической фрезой с винтовыми зубьями?
1-Минимальное биение оправки; 2-Равенство торцевых шагов; 3-Равенство осевых шагов; 4-Целочисленное отношение ширины фрезерования к осевому шагу; 5-Затылование зубьев.
4. Преимущество фрезы с затылованными зубьями?
1-Большая прочность зубьев; 2-Лучше размещение стружки; 3-Больше задний угол; 4-Сохранение геометрии кромки после переточки; 5-Снижается трудоемкость заточки по задней поверхности.
5. Сколько режущих кромок имеет стандартное спиральное сверло в состоянии поставки?
1-2; 2-3; 3-4; 4-5; 5-6.
6. Какой из факторов в наибольшей степени уменьшает осевую силу при сверлении?

1-Передний угол; 2-Угол наклона стружечной канавки; 3-Обратный конус; 4-Подточка перемычки; 5-Смазочно-охлаждающая жидкость.

7. Назначение «лапки» у спирального сверла?

1-Передавать крутящий момент; 2-Используется для выбивания из конического отверстия в шпинделе; 3-Используется для нанесения маркировки; 5-Облегчает ввод в отверстие шпинделя.

8. Каким инструментом обрабатывают поверхность «бобышки», перпендикулярную оси отверстия?

1-Разверткой; 2-Култышкой; 3-Зенковкой; 4-Зенкером; 5-Подрезкой.

9. Характерное отличие прошивки от протяжки?

1-Меньше подъем на зуб; 2-Больше скорость резания; 3-Корпус работает на сжатие; 4-Нет калибрующих зубьев; 5-Больше шаг зубьев.

Вопросы для проведения рейтинг – контроля №3

1. Название схемы резания при протягивании?

1-Трубчатая; 2-Шахматная; 3-Переменная; 4-Постоянная; 5-Смешанная.

2. Каким инструментом нарезают резьбу в отверстии?

1-Плашкой; 2-Клупом; 3-Призматической гребенкой; 4-Метчиком; 5-Роликом.

3. Какой инструмент нарезает зубья на шестерне методом копирования?

1-Долбяк; 2-Червячная фреза; 3-Дисковая модульная фреза; 4-Шарошка; 5-Штихель.

4. Форма главного движения при нарезании прямых зубьев долбяком?

1-Вращательное; 2-Круговое; 3-Возвратно-поступательное; 4-Качательное; 5-Винтовое.

5. Какой абразивный материал обладает наибольшей микротвердостью?

1-Кварц; 2-Гранат; 3-Карбид бора; 4-Электрокорунд хромистый; 5-Эльбор.

6. От чего в наибольшей степени зависит твердость абразивного инструмента?

1-От плотности структуры; 2-От зернистости; 3-От связки; 4-От скорости главного движения; 5-От способа правки.

7. Чем обеспечивается быстросменность осевого инструмента?

1-Коническим хвостовиком; 2-Цилиндрическим хвостовиком со скосом; 3-Использованием лапки; 4-Упорами; 5-Сухарями.

8. Наиболее перспективные методы косвенной оценки величины износа инструмента?

1-Метод «блестящей полоски»; 2-Метод бурых пятен; 3-Измерение силы ре-зания; 4-Датчиком касания; 5-Системой технического зрения.

9. Недостаток магнитной системы кодирования инструмента для станка с ЧПУ?

1-Большие энергозатраты; 2-Нельзя кодировать большое количество инструментов; 3-Сложность аппаратуры; 4-Высокая точность установки датчика Холла; 5-Вредность для работающих.

Вопросы к экзамену

1. Требования к инструментальным материалам.

2. Углеродистые стали.

3. Быстрорежущие стали.

4. Твердые сплавы.

5. Минералокерамика.

6. Сверхтвердые материалы.

7. Совершенствование быстрорежущих сталей.

8. Совершенствование твердых сплавов.

9. Абразивные материалы.

10. Связки абразивных инструментов.

11. Маркировка абразивных материалов.

12. Резцы.

13. Проектирование фасонных резцов.

14. Сверла.
15. Проектирование ступенчатых сверл.
16. Спиральные сверла.
17. Перовые сверла.
18. Ружейные сверла.
19. Сверла со сменными твердосплавными пластинами.
20. Сборные сверла.
21. Эжекторные сверла.
22. Зенкеры.
23. Развертки.
24. Торцовые фрезы.
25. Цилиндрические фрезы.
26. Дисковые фрезы.
27. Метчики.
28. Проектирование метчиков.
29. Эпюры передних углов метчиков.
30. Поле допуска на резьбу метчика.
31. Плашки.
32. Накатные плашки.
33. Сборные метчики.
34. Резьбонакатные головки.
35. Сварка инструментов.
36. Термообработка инструментов.
37. Техпроцесс изготовления сверл.
38. Техпроцесс изготовления протяжек.

Темы для самостоятельной работы студентов

1. Лезвийные инструменты из твердого сплава.
2. Развертки, расточные инструменты.
3. Проектирование протяжек для обработки фасонных поверхностей.
4. Фасонные резцы.
5. Резьбообразующие инструменты высокой точности.
6. Проектирование дисковых модульных фрез.
7. Особенности косозубых гребенок.
8. Повышение стойкости червячных фрез.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная литература (библиотечная система ВлГУ):

1. Резание металлов и режущие инструменты: Учебное пособие / В.Г. Солоненко, А.А. Рыжкин. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 416 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (переплет) ISBN 978-5-16-004719-5. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=549074>.
2. Резание материалов: Учебное пособие / Е.А. Кудряшов, Н.Я. Смольников, Е.И. Яцун. - М.: Альфа-М: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 224 с.: 60x90 1/16. - (Бакалавриат). (переплет) ISBN 978-5-98281-390-9, 300 экз. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=450188>.
3. Режущий инструмент. Эксплуатация: Учебное пособие / Е.Э. Фельдштейн, М.А. Корниевич. - М.: НИЦ ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2014. - 256 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (переплет) ISBN 978-5-16-005287-8. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=424209>.

б) Дополнительная литература (библиотечная система ВлГУ):

1. Обрабатывающий инструмент в машиностроении: Учебник / С.С. Клименков. - М.: НИЦ ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2013. - 459 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (переплет) ISBN 978-5-16-009371-0, 150 экз. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=435685>.
2. Технология конструкционных материалов. Обработка резанием: Учебное пособие / Г.А. Борисенко, Г.Н. Иванов, Р.Р. Сейфулин. - М.: ИНФРА-М, 2012. - 142 с.: 60x88 1/16. - (Высшее образование). (обложка) ISBN 978-5-16-004720-1. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=228232>.
3. Физика и оптимизация резания материалов. [Электронный ресурс] / Старков В.К. - М.: Машиностроение, 2009. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785942754600.html>.

б) периодические издания (библиотечная система ВлГУ):

1. Резание материалов. Станки и инструменты: реферативный журнал (РЖ): электронное издание / Всероссийский институт научной и технической информации Российской академии наук (ВИНИТИ РАН).
2. СТИН: научно-технический журнал. — Москва: ООО "СТИН".
3. Вестник машиностроения: научно-технический и производственный журнал. — Москва: Машиностроение.

в) Интернет-ресурсы:

1. www.coromant.sandvik.com
2. www.kennametal.com
3. www.megatools.ru
4. www.pramet.com
5. www.iscar.com

Учебно-методические издания

1. Жарков Н.В. Методические указания к практическим работам по дисциплине «Резание материалов и режущий инструмент» для студентов направления 15.03.05 [Электронный ресурс] / сост. Жарков Н.В.; Влад. гос. ун-т. ТМС - Владимир, 2017. - Доступ из корпоративной сети ВлГУ. - Режим доступа: <http://cs.cdo.vlsu.ru/>

2. Жарков Н.В. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Резание материалов и режущий инструмент» для студентов направления 15.03.05 [Электронный ресурс] / сост. Жарков Н.В.; Влад. гос. ун-т. ТМС - Владимир, 2017. - Доступ из корпоративной сети ВлГУ. - Режим доступа: <http://cs.cdo.vlsu.ru/>
3. Жарков Н.В. Методические рекомендации к выполнению самостоятельной работы по дисциплине «Резание материалов и режущий инструмент» для студентов направления 15.03.05 [Электронный ресурс] / сост. Жарков Н.В.; Влад. гос. ун-т. ТМС - Владимир, 2017. - Доступ из корпоративной сети ВлГУ. - Режим доступа: <http://cs.cdo.vlsu.ru/>
4. Жарков Н.В. Оценочные средства по дисциплине «Резание материалов и режущий инструмент» для студентов направления 15.03.05 [Электронный ресурс] / сост. Жарков Н.В.; Влад. гос. ун-т. ТМС - Владимир, 2017. - Доступ из корпоративной сети ВлГУ. - Режим доступа: <http://cs.cdo.vlsu.ru/>

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

- 1) Портал Центр дистанционного обучения ВлГУ [электронный ресурс] / - Режим доступа: <http://cs.cdo.vlsu.ru/>
- 2) Раздел официального сайта ВлГУ, содержащий описание образовательной программы [электронный ресурс] / - Режим доступа: Образовательная программа 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» <http://op.vlsu.ru/index.php?id=158>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

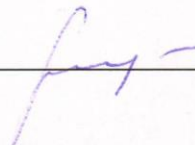
1. Компьютерный класс, который позволяет реализовать неограниченные образовательные возможности с доступом в сеть. С возможностью проводить групповые занятия с обучаемыми.
2. Библиотечный электронный читальный зал с доступом к электронным ресурсам библиотек страны и мира.
3. Лаборатория станков с ЧПУ: токарно-фрезерной станок EMCO CONCEPT TURN 155, профилометр Mitutoyo Corp. Surftest SJ-201, фрезерный станок HAAS TM-1, токарный станок ТПУ – 125SL, электроэрозионный прошивной станок CHMER CM A53C, электроэрозионный проволочно – вырезной станок с ЧПУ Mitsubishi VA8, 5-ти осевой обрабатывающий центр модели Quaser M204CU.
4. Лаборатория универсальных станков: токарно-винторезного 1К62, вертикально - фрезерного 6Р12, вертикально – сверлильного 2А135.
5. Лабораторный стенд для измерения параметров процесса резания с использованием LabVIEW.

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 2018 / 2019 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 3.09.2018 года

Заведующий кафедрой д.т.н., профессор Морозов В.В. _____



Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой д.т.н., профессор Морозов В.В. _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

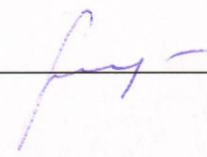
Заведующий кафедрой д.т.н., профессор Морозов В.В. _____

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 2018 / 2019 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 3.09.2018 года

Заведующий кафедрой д.т.н., профессор Морозов В.В. _____



Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой д.т.н., профессор Морозов В.В. _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой д.т.н., профессор Морозов В.В. _____