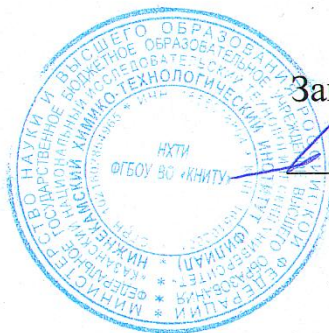


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
И Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Нижнекамский химико-технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»
(НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

УТВЕРЖДАЮ



Заместитель директора по УР

 Н.И. Никифорова

«30» мая 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.В.ДВ.02.02 Основы расчета и конструирования
оборудования

Направление подготовки 20.03.01. «Техносферная безопасность»
(шифр) (наименование)

Профиль подготовки Безопасность технологических процессов и производств

Квалификация (степень) выпускника бакалавр

Форма обучения очно-заочная

Факультет механический

Кафедра-разработчик рабочей программы МАХП

Курс, семестр VI, 8

Форма обучения	очно-заочная	
	Часы	ЗЕ
Лекции	9	0,25
Практические занятия	18	0,5
СР	81	2,25
Форма аттестации	зачет	
Всего	108	3

Нижнекамск, 2022 г.

Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.02.02 Основы расчета и конструирования оборудования составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (Приказ Минобрнауки России (№ 680 от 25 мая 2020 г.)

(номер, дата утверждения)

по направлению 20.03.01 «Техносферная безопасность»,

(номер, дата утверждения) (шифр) (наименование направления)

по профилю бакалавриата «Безопасность технологических процессов и производств»

на основании учебного плана обучающихся 2022 года набора.

Разработчик программы:

доцент каф. МАХП

(должность)



(подпись)

И.Н. Мадышев

(И.О. Фамилия)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры МАХП, протокол от 22.03.2022, протокол №7.

Зав. кафедрой



И.Н.Мадышев

СОГЛАСОВАНО

Протокол заседания кафедры Процессов и аппаратов химических технологий, реализующей подготовку основной образовательной программы № 7 от 06.04.2022 г.

Зав. кафедрой



Д.Н. Латыпов

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Основы расчета и конструирования оборудования» являются:

- а) освоение методики определения основных показателей надежности;
- б) освоение методов неразрушающего контроля оборудования и определения остаточного ресурса.

Основными задачами изучения дисциплины являются:

- сформировать у студента навыки определения надежности оборудования;
- сформировать у студента навыки проведения диагностики и определения остаточного ресурса оборудования;
- приобретение практических навыков восстановления надежности технологического оборудования.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Основы расчета и конструирования оборудования» относится к *вариативной* части ОП и формирует у бакалавров по направлению подготовки 20.03.01. «Техносферная безопасность» набор знаний, умений, навыков и компетенций, необходимых для выполнения *организационно-управленческой деятельности; экспертный, надзорный и инспекционно-аудиторский*.

Для успешного освоения дисциплины «Основы расчета и конструирования оборудования» *бакалавр* по направлению подготовки 20.03.01. «Техносферная безопасность» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

а) *Б1.В.06 Материаловедение*

б) *Б1.О.27 Детали машин.*

Дисциплина «Надежность технологического оборудования» является предшествующей и необходима для успешного прохождения:

а) *преддипломной практики.*

Знания, полученные при изучении дисциплины «Основы расчета и конструирования оборудования» могут быть использованы при прохождении практик *производственной и преддипломной* и выполнении *выпускных квалификационных работ* по направлению подготовки 20.03.01. «Техносферная безопасность».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

1. ПК-1.1 Знает методы и порядок оценки опасностей и профессиональных рисков работников, нормативную и методическую базу в области анализа риска, концепцию приемлемого риска и теорию управления рисками; методы определения и классификации опасных зон и рисков,
2. ПК-1.2 Умеет идентифицировать опасные и вредные производственные факторы, потенциально воздействующие на работников в процессе трудовой деятельности, производить оценку риска их воздействия,
3. ПК-1.3 Владеет навыками контроля исполнения перечня рекомендуемых мероприятий по улучшению условий труда, правильностью применения средств индивидуальной,
4. ПК-3.1 Знает источники выбросов и сбросов загрязняющих веществ, отходов в окружающую среду, нормативные правовые акты в области охраны окружающей среды, методы и средства ликвидации последствий нарушения состояния окружающей среды,
5. ПК-3.2 Умеет выявлять источники и причины и оценивать последствия аварийных выбросов и сбросов загрязняющих веществ и сверхнормативного образования отходов в окружающую среду в организации,
6. ПК-3.3 Владеет навыками выявления, анализа причин и внесения предложений по устранению источников аварийных выбросов и

сбросов загрязняющих веществ, сверхнормативного образования отходов в окружающую среду в организации.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

1) Знать:

- общие принципы и методологию конструирования машин и аппаратов отрасли;
- методы расчета и конструирования тонкостенных сосудов;
- методы расчета и конструирования плотно-прочных разъёмных соединений;
- методы расчета и конструирования аппаратов высокого давления;
- методы расчета и конструирования элементов колонных аппаратов;
- методы расчета и конструирования аппаратов с перемешивающими устройствами;
- методы расчета быстровращающихся оболочек и дисков;
- методы расчета оборудования, работающего в условиях динамических колебаний;
- влияние конструкционного материала и технологии изготовления на конструкцию машин и аппаратов.

2) Уметь:

- подобрать материал и выбрать расчетную схему для проектируемого оборудования и его элементов;
- проводить технические расчеты по определению напряжений в оборудовании и его элементах;
- по заданным рабочим параметрам с учетом свойств выбранного конструкционного материала определять основные конструктивные размеры проектируемого оборудования и его элементов;
- разрабатывать конструкторскую документацию на проектируемое оборудование;

- выполнять поверочные расчеты на прочность и устойчивость оборудования и его элементов.

3) Владеть:

- основными понятиями и терминологией, принятыми в практике расчета и конструирования элементов безопасного оборудования для химических и нефтехимических производств;
- методами составления расчетных схем для проведения расчетов на прочность и устойчивость элементов конструкции проектируемого оборудования и машин отрасли;
- навыками выполнения проверочных расчетов на прочность и устойчивость оборудования и его элементов;
- практическими навыками по проектированию и оформлению предусмотренной нормативными материалами конструкторской документации на технологическое оборудование и машины отрасли.

4. Структура и содержание дисциплины «Основы расчета и конструирования оборудования»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

№ п/ п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)			Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекции	Практические занятия	СР	
1	Основы конструирования и расчета химических машин и аппаратов	8	2	4	16	Зачет, практическое занятие, доклад
2	Теория и расчет тонкостенных оболочек вращения.	8	1	4	16	Зачет, практическое занятие, дискуссия

3	Расчет на прочность и устойчивость элементов и узлов химической аппаратуры.	8	2	3	16	Зачет, практическое занятие
4	Критические скорости вращающихся валов	8	2	3	16	Зачет, практическое занятие
5	Аппараты и затворы высокого давления	8	2	4	17	Зачет, практическое занятие
ИТОГО			9	18	81	Зачет
Форма аттестации				Очно-заочная форма: зачет		

5. Содержание лекционных занятий по темам с указанием формируемых компетенций и используемых инновационных образовательных технологий.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Основы конструирования химических машин и аппаратов.	2	Основные требования, предъявляемые к химическому оборудованию. Общие основы конструирования деталей и узлов химического оборудования. Основные рекомендации по выбору конструкционных материалов. Требования к аппаратуре, подведомственной Ростехнадзору.	Определение оболочки. Оболочки как основные элементы химической аппаратуры. Определение оболочки вращения. Срединная поверхность, меридиан, полюс, параллельные дуги, главные радиусы кривизны. Элемент оболочки. Основные соотношения для геометрических параметров элементов. Понятие об осесимметричной равномерно распределенной нагрузке, ее особенности.	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3
2ж	Теория и расчет тонкостенных оболочек вращения.	1	Основные сведения по геометрии оболочек вращения. Вывод уравнения равновесия элемента на оси X, Z, Y. Деформация элемента оболочки. Элементы	Понятие о безмоментной теории расчета тонкостенных оболочек. Вывод уравнений безмоментной теории: уравнения равновесия элемента (уравнения	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3.

			моментной теории. Вывод уравнения моментной теории. Методика расчета на прочность оболочек вращения. Уравнения без-моментной теории. (Уравнение Лапласа, уравнение равновесия зоны). Расчет на прочность оболочек вращения, работающих под постоянным давлением. Применение расчетных уравнений к конической, сферической и цилиндрической оболочкам.	Лапласа) и уравнения равновесия зоны. Внутренние силы и моменты, действующие на элемент оболочки, природа их возникновения. Размерности внутренних и внешних силовых факторов. Векторное изображение моментов и выбор системы осей координат. Вывод уравнений равновесий сил и моментов, действующих на элемент оболочки вдоль осей X,Y,Z. Напряжения, вызываемые внутренними силами и моментами. Методика расчета оболочки на прочность по этим напряжениям.	
3	Расчет на прочность и устойчивость элементов и узлов химической аппаратуры.	2	Расчет корпусов тонкостенных цилиндрических аппаратов, нагруженных внутренним давлением. Расчет крышек и днищ аппаратов, работающих под внутренним давлением. Расчет корпусов тонкостенных цилиндрических аппаратов, работающих под внешним давлением. Расчет аппаратов на ветровую нагрузку. Расчет вертикальных аппаратов на действие сейсмических сил. Расчет фланцевых соединений.	Применение уравнений безмоментной теории к расчету напряжений: а) в цилиндрической (с крышкой и без крышек), сферической и конической оболочках, нагруженных внутренним газовым давлением; б) цилиндрической оболочке с днищем, заполненной жидкостью; в) во вращающейся оболочке, находящейся под действием центробежных сил от собственной массы. Элементарные сведения по моментной теории расчета тонкостенных оболочек. Понятие о краевой задаче. Сущность моментной теории. Понятие о краевой задаче. Затухающий характер краевых сил и моментов. Короткие и длинные оболочки. Методика расчета оболочки на прочность с учетом краевых сил и моментов	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3
4	Критические скорости вращающихся валов	2	Критическая скорость вала с одним диском. Резонансный характер неустойчивости при	Приближенные методы определения критической скорости вала: а) метод наложения	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3

			критической скорости вращения. Выбор рабочей скорости вращения для жестких и гибких валов. Влияние характера опор на критическую скорость вращения вала. Критическая скорость вала с двумя или несколькими дисками. Критическая скорость тяжелого вала без дисков. Приближенные методы определения критической скорости вала: а) метод наложения (метод Донкерли); б) энергетический метод Рэлея. Численный метод последовательных приближений при расчете критических скоростей.	(метод Донкерли); б) энергетический метод Рэлея. Численный метод последовательных приближений при расчете критических скоростей.	
5	Аппараты и затворы высокого давления	2	Расчет аппаратов высокого давления. Температурные напряжения в аппаратах высокого давления. Методы изготовления толстостенных корпусов аппаратов. Конструкции и работа затворов аппаратов высокого давления.	Расчет и проектирование аппаратов высокого давления (АВД). Конструкции корпусов и затворов АВД. Температурные напряжения в аппаратах высокого давления. Методы изготовления толстостенных корпусов аппаратов. Конструкции и работа затворов аппаратов высокого давления.	<i>ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3</i>

6. Содержание практических занятий

На практических занятиях теоретические положения, сформулированные на лекционных занятиях, доводятся до численного решения, конкретной прикладной задачи по индивидуальным вариантам заданий для каждого обучающегося. При выполнении расчетов обучающимся прививаются навыки работы со справочниками и нормативными документами, выбором и обоснованием выбора оптимальных вариантов рассматриваемых параметров, а также составления и оформления расчетных схем и эскизов рассчитываемого оборудования и машин. В зависимости от форм обучения предусмотрена различная продолжительность и перечень выполняемых практических работ по темам и разделам.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование практической работы	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Основы конструирования и расчета химических машин и аппаратов	4	Расчет на прочность от действия внутреннего давления	Выполнение проектного расчета вулканизированного котла с цилиндрической обечайкой, съемной эллиптической крышкой и приварным днищем. Определение расчетных параметров. Определение толщины стенок.	<i>ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3.</i>
2	Теория и расчет тонкостенных оболочек вращения.	4	Расчет на прочность и устойчивость от действия внутреннего и наружного давлений	Выполнение из условия прочности и устойчивости расчета необходимых толщин стенок корпуса вертикального аппарата с эллиптическим днищем и рубашкой на корпусе. Определение расчетных параметров. Определение толщины стенок. Определение допускаемых давлений. Определение цилиндрической обечайки в условиях испытаний.	<i>ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3.</i>
3	Расчет на прочность и устойчивость элементов и узлов химической аппаратуры	3	Расчет фланцевого соединения	Расчёт на прочность и герметичность фланцевого соединения аппарата. Определение расчётных параметров. Определение конструктивных размеров фланцевого соединения. Расчёт усилий во фланцевом соединении. Проверка прочности	<i>ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3.</i>

				и герметичности фланцевого соединения.	
4	Критические скорости вращающихся валов	3	Инженерный расчет валов на прочность, жесткость и виброустойчивость.	Выполнение расчета вала на виброустойчивость. Определение влияния упругости опор вала. Подбор виброизоляции.	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3.
5	Аппараты и затворы высокого давления	4	Днища и крышки сосудов высокого давления	Определение толщины стенки сферической и плоской крышки, а также слабовыпуклого днища сосуда высокого давления.	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3.

7. Содержание лабораторных занятий

Учебным планом не предусмотрено проведение лабораторных занятий по дисциплине Б1.В.ДВ.02.02 Основы расчета и конструирования оборудования.

8. Самостоятельная работа бакалавра

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СР	Формируемые компетенции
1	Особые требования, предъявляемые к технологическому оборудованию для проведения химических и нефтехимических процессов. Металлические и неметаллические материалы, их сравнительные характеристики, область применения.	16	Подготовка к зачету, к практической работе, доклада	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3.
2	Методика составления уравнений равновесия элементов оболочки вращения. Вывод уравнений моментной и безмоментной теории расчета оболочек и примеры их практического использования в расчетах.	16	Подготовка к зачету, к практической работе, дискуссии	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3.
3	Основы расчета вертикальных колонных аппаратов на действие ветровой нагрузки. Определение ветрового момента. Проверка корпуса и опоры на прочность и устойчивость.	16	Подготовка к зачету, к практической работе, выполнение контрольной работы	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3.
4	Физическая сущность критической скорости вращения валов, ее влияние на работу машин. Методы аналитического и приближенного расчета критической скорости вращения. Понятие жесткого и гибкого валов.	16	Подготовка к зачету, к практической работе	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3.
5	Основные признаки и характеристики аппаратов высокого давления (АВД). Распределение напряжений в цилиндрических корпусах АВД. Достоинства и недостатки АВД. Методы повышения несущей способности.	17	Подготовка к зачету, к практической работе	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3.

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний.

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины Б1.В.ДВ.02.02 «Основы расчета и конструирования оборудования» используется рейтинговая система. Рейтинговая система оценки знаний обучающихся разработана на основе требований «Положения о балльно-рейтинговой системе оценки знаний студентов и обеспечения качества учебного процесса».

Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля. Максимальное и минимальное количество баллов по различным видам учебной работы приводится в положении о рейтинговой системе.

Оценка учебной деятельности студента осуществляется по всем видам работ, предусмотренных рабочей программой по данной дисциплине. Максимальный балл проставляется за качественное и своевременное выполнение работ и требований к ним, а также по всем видам контроля знаний студентов. В результате минимальный текущий рейтинг составит – 60 баллов, максимальный текущий рейтинг составит – 100 баллов.

Общий суммарный рейтинг по дисциплине складывается из текущего рейтинга и рейтинга, полученного студентами в ходе промежуточной аттестации в форме экзамена по дисциплине. Текущий рейтинг формируется в ходе аудиторных занятий и самостоятельной работы и ограничивается диапазоном 36 – 60 баллов. Рейтинг, выставяющийся студенту по результатам экзамена, находится в диапазоне 24 – 40 баллов.

Расчет текущего рейтинга выполняется на основе данных, приведенных в таблице 9.1.

Таблица 9.1. Расчет текущего рейтинга

Название	Кол-во	Оценка за одно		Суммарн. оценка	
		Миним.	Максим.	Миним.	Максим.
лекция (конспект)	7	1		7	7
Практическое занятие (выполнение заданий)	7	1	2	7	14
Доклад	1	5	10	5	10
Дискуссия	2	5	12	10	24
Зачет				27	40
Всего				60	100

При изучении дисциплины предусматривается выполнение одной контрольной работы, подготовки двух рефератов, двух собеседований, тестирования.

Таким образом, текущий рейтинг студента перед промежуточной аттестацией должен составить величину, находящуюся в диапазоне 36 – 60 баллов.

Промежуточная аттестация в форме экзамена оценивается числом баллов от 24 до 40. В итоге, суммарный рейтинг по дисциплине должен составить от 60 до 100 баллов.

10. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся и итоговой (государственной итоговой) аттестации разрабатываются согласно положению о Фондах оценочных средств, рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформляются отдельным документом.

11. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

11.1 Основная литература

При изучении дисциплины «Основы расчета и конструирования оборудования» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу.

Основные источники информации	Кол-во экз.
Долгин В.П. Надежность технических систем: Учебное пособие / Долгин В.П., Харченко А.О. - М.: Вузовский учебник. -М: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 167 с. Режим доступа: http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=503591 ЭБС «Знаниум»	1
Обеспечение надежности сложных технических систем. [Электронный ресурс] : учеб. / А.Н. Дорохов [и др.]. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 352 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/86013 , по паролю.- ЭБС «Лань»	1

11.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
1. Поникаров, И.И. Расчеты машин и аппаратов химических производств и нефтегазопереработки (примеры и задачи): учеб. пособие / И. И. Поникаров, С. И. Поникаров, С. В. Рачковский. - М.: Альфа-М, 2008. - 720 с.: ил. Допущено МО	101
2. Поникаров, И.И. Расчеты машин и аппаратов химических производств и нефтегазопереработки (примеры и задачи): учеб. пособие / И.И. Поникаров, С.И. Поникаров, С.В. Рачковский. - М.: Альфа-М, 2008. - 720 с.: ил. Допущено МО	201
3. Лашинский, А.А. Основы конструирования и расчета химической аппаратуры: справочник / А.А. Лашинский А.Р. Толчинский. - 3-е изд., стер. - М.: Альянс, 2008. - 752 с.	10
4. Поникаров, И. И. Конструирование и расчет элементов химического оборудования / Поникаров И. И., Хоменко А.А., С.И. Поникаров. – Казань: КГТУ, 2011. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).	101
5. Закиров, М.А. Машины и аппараты нефтегазопереработки. Часть 2: методические указания / М.А. Закиров. – Нижнекамск: НХТИ, 2017. – 16 с.	40

11.3 Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Основы расчета и конструирования элементов оборудования» предусмотрено использование электронных источников информации:

Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>

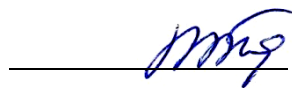
Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов <http://fcior.edu.ru/>

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»
<http://window.edu.ru/>

<http://elibrary.ru/> Крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 14 млн научных статей и публикаций <http://elibrary.ru/>

Согласовано:

Зав. отделом
по библиотечному
обслуживанию



В.Я. Тарасова

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).

1. **Специализированная практических основ расчета и конструирования в ауд. А-103**, площадью 60,7 м² на 29 посадочных мест, оборудованных действующими элементами типовых узлов машин и аппаратов для проведения их исследования и расчета, а также макетами и образцами для наглядного изучения основных элементов оборудования и машин:

Установка для исследования напряжения в стенках тонкостенных цилиндров – 1 шт., установка для исследования напряжения в цилиндрических толстостенных сосудах, работающих под внутренним давлением – 1 шт., установка для исследования фланцевых соединений – 1 шт., установка исследования напряжений в плоских и конических днищах, нагруженных внутренним давлением – 1 шт., установка для исследования напряжений в днищах эллиптической и сферической формы нагруженных внутренним давлением – 1 шт., установка для исследования критических скоростей вала с двумя и тремя дисками – 1 шт.

2. **Аудитория А-112** площадью 61,6 м² на 21 посадочных места, для проведения лекционных занятий с комплектом демонстрационного материала: Оверхэд-проектор – 1 шт.; Рулонный настенный экран 1 шт.; Ноутбук с проектором; Токарно-винторезный станок.

3. **Кабинет А-111** площадью 19,1 м² на 4 посадочных места для самостоятельной работы студентов с электронным оборудованием:

1. Компьютер, подключенный к сети Интернет;
2. Программное обеспечение: Windows XP; Microsoft Office 2007; Антивирус Касперского.

13. Образовательные технологии

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, составляет для очно-заочной формы обучения – 6 часов.

Основные интерактивные формы проведения учебных занятий:

- дискуссия;
 - доклад;
 - изучение и закрепление нового материала на интерактивной лекции
- (лекция-беседа, лекция – дискуссия, лекция с разбором конкретных ситуаций).