

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г. ШУХОВА»**  
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

СОГЛАСОВАНО

Директор института заочного обучения

Нестеров М.Н.

2015 г.



УТВЕРЖДАЮ

Директор института

Горшкова Н.Г.

2015 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**дисциплины**

Оборудование для комплексной переработки техногенных материалов

Направление подготовки:

23.03.02 Наземные транспортно-технологические комплексы

Профиль подготовки:

Машины и оборудование природообустройства и защиты окружающей среды

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

заочная

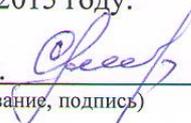
**Институт: Транспортно-технологический**

**Кафедра: Технологические комплексы, машины и механизмы**

Белгород – 2015

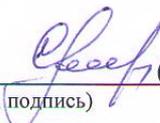
Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 23.03.02 Наземные транспортно-технологические комплексы (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Минобрнауки России от 06 марта 2015 г. №162.
- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, по направлению подготовки 23.03.02 Наземные транспортно-технологические комплексы, введенного в действие в 2015 году.

Составитель (составители): д. т.н., проф.  (В.С. Севостьянов)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой  
«Технологические комплексы, машины и механизмы»

« 17 » апреля 2015 г.

Заведующий кафедрой: д. т. н., проф.  (В.С. Севостьянов)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

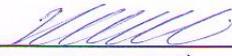
Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры  
Технологические комплексы, машины и механизмы

« 17 » апреля 2015 г., протокол № 8

Заведующий кафедрой: д. т. н., проф.  (В.С. Севостьянов)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа одобрена методической комиссией транспортно-технологического института

« 20 » апреля 2015 г., протокол № 8

Председатель к. т.н., доц.  (И.А. Новиков)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Формируемые компетенции			Требования к результатам обучения
№	Код компетенции	Компетенция	
Профессиональные			
1	ПК-4	Способность в составе исполнителей почувствовать в разработке конструкторско-технической документации в разработке новых или модернизируемых образцов наземных транспортно-технологических машин и комплексов	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p><b>Знать:</b> основные принципы расчета и проектирования оборудования для переработки техногенных материалов, современные методы автоматизированного проектирования и программного обеспечения.</p> <p><b>Уметь:</b> в составе творческого коллектива исполнителей разрабатывать конструкторско-техническую документацию для разработки и модернизации специального оборудования.</p> <p><b>Владеть:</b> опытом и навыками автоматизированного проектирования модернизируемых образцов оборудования для переработки техногенных материалов.</p>
Профессиональные компетенции			
2	ПК-8	Способность в составе коллектива исполнителей участвовать в разработке технологической документации для производства и модернизации, эксплуатации и технического обслуживания наземных транспортно-технологических машин и их технологического оборудования	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p><b>Знать:</b> основополагающие принципы ЕСКД и современные технические средства автоматизированного проектирования машин и оборудования для производства, модернизации, эксплуатации и обслуживания технологических модулей и оборудования.</p> <p><b>Уметь:</b> пользоваться современными средствами автоматизированного проектирования и расчета технологического оборудования, разработки технической документации для его производства и модернизации, эксплуатации и обслуживания.</p> <p><b>Владеть:</b> необходимыми навыками и практическим опытом работы в составе коллектива исполнителей для разработки технологической документации.</p>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Математика
2	Физика
3	Химия
4	Экология
5	Теоретическая механика
6	Сопротивление материалов
7	Теория машин и механизмов
8	Детали машин и основы конструирования
9	Основы создания машин и оборудования природообустройства и защиты окружающей Среды
10	Информатика
11	Теория наземных транспортно-технологических машин

Содержание служит основой для изучения следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Эксплуатация и ремонт машин и оборудования природообустройства и защиты окружающей среды
2	Машины и оборудования для природообустройства и защиты окружающей среды
3	Промышленные предприятия для утилизации техногенных материалов

## 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зач. единиц, 216 часов.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 6	Семестр № 7
Общая трудоемкость дисциплины, час	216	38	178
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	<b>24</b>	<b>2</b>	<b>22</b>
Лекции	8	2	6
Лабораторные	6		6
Практические	10		10
<b>Самостоятельная работа студентов, в том числе:</b>	<b>192</b>	<b>36</b>	<b>156</b>
Курсовой проект			
Курсовая работа	36		36
Расчетно-графическое задание			

Индивидуальное домашнее задание			
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	120	36	84
Промежуточная аттестация	Экзамен 36		Экзамен 36

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1 Наименование тем, их содержание и объем

##### Курс 3,4 Семестр 6,7

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
<b>Курс 3 Семестр 6</b>					
<b>1. Общая характеристика оборудования, основные принципы и методики расчета</b>					
	Вводная лекция. Общая характеристика машин и оборудования для комплексной переработки техногенных материалов. Основные принципы проектирования машин и оборудования, их технические характеристики и области использования.	1	0	0	12
<b>2. Оборудование для дробления техногенных материалов</b>					
	Конструкции, принцип действия и условия эксплуатации оборудования для дробления хрупких техногенных материалов. Расчет основных конструктивно-технологических и энергосиловых параметров роторных, молотковых, валковых и щековых дробилок.	0,5	0	0	12
<b>3. Оборудование для переработки полимерных отходов</b>					
	Конструктивные особенности, принцип действия машин и оборудования для первичной переработки полимерных отходов, Расчет основных параметров машин и оборудования.	0,5	0	0	12
<b>Курс 4 Семестр 7</b>					
<b>1. Машины и оборудование для переработки целлюлозно-бумажных отходов</b>					
	Машины и оборудование для комплексной переработки целлюлозно-бумажных отходов: шредеры, измельчители ударно-разрывающего действия, пылесадители. Оборудование для мокрого диспергирования ЦБО. Обезвоживатели. Оборудование для формования теплоизоляционных изделий из ЦБО. Расчет основных	0,5	1	0,5	6

	параметров.				
2. Оборудование для измельчения техногенных материалов					
	Теоретические и практические закономерности процессов измельчения хрупких тел. Машины и оборудование для тонкого и сверхтонкого измельчения техногенных материалов. Конструктивные особенности, принцип действия шаровых, вибрационных, валковых мельниц, дезинтеграторов, противочных струйных и кольцевых помольных агрегатов. Расчет основных конструктивно-технологических и энергосиловых параметров.	0,5	1	0,5	6
3. Оборудование для переработки резинотехнических отходов					
	Оборудование для переработки отходов резинотехнической промышленности, производства из них промышленной продукции и изделий народного потребления. Расчет основных параметров.	0,5	0,5	0,5	2
4. Оборудование для сушки ТМ					
	Машины и оборудование для сушки техногенных материалов: камерные сушильные агрегаты, барабанные сушильные агрегаты, сушилки псевдоожиженного слоя. СВЧ-сушилки. Конструктивные особенности, принцип действия. Расчет основных параметров.	0,5	0,5	0,5	6
5. Машины и агрегаты для гомогенизации техногенных шихт					
	Теоретические основы усреднения и смешения порошкообразных и полидисперсных техногенных материалов. Машины и оборудование для смешения техногенных материалов. Расчет основных параметров.	0,5	1	0,5	2
6. Оборудование для гранулирования техногенных полидисперсных материалов					
	Конструктивные особенности, принцип действия оборудования для гранулирования порошкообразных и полидисперсных техногенных материалов. Барабанные, тарельчатые, вибрационные, вибрационно-центробежные грануляторы. Расчет основных параметров.	0,5	0,5	0,5	8
7. Прессовое оборудование					
	Теоретические основы процесса прессования порошкообразных материалов. Конструкции и принцип действия прессового оборудования, используемого при утилизации техногенных материалов. Механические и гидравлические пресса, устройство и принцип действия. Расчет основных параметров.	0,5	0,5	0,5	8
8. Пресс-валковые экструдеры					
	Шнековые и пресс-валковые экструдеры, используемые для утилизации вязко-пластичных техногенных материалов. Конструктивные особенности, принцип действия. Расчет основных параметров.	0,5	1	0,5	7
9. Оборудование для брикетирования техногенных порошкообразных материалов					
	Конструктивные особенности, устройство, принцип действия пресс-валковых агрегатов для брикетирования порошкообразных и вязко-пластичных материалов. Опыт эксплуатации пресс-валковых агрегатов передовыми зарубежными фирмами. Расчет основных параметров пресс-валковых агрегатов для брикетирования	0,5	1	0,5	7

	техногенных материалов.				
10.	Классификаторы				
	Оборудование для классификации мелкокусковых и зернистых материалов. Конструктивные особенности, принцип действия. Расчет основных параметров.	0,5	1	0,5	10
11.	Оборудование для сепарации полидисперсных материалов				
	Оборудование для сепарации пылевидных материалов. Конструкции, принцип действия сепараторов. Аппараты для сухой и мокрой очистки пылевоздушных сред и твердо-жидких суспензий: циклоны, матерчатые фильтры, скрубберы, электрофильтры. Расчет основных параметров.	0,5	1	0,5	10
12.	Агрегаты для термоутилизации техногенных материалов				
	Оборудование для термической утилизации техногенных материалов: камерные обжиговые агрегаты, вращающиеся печи, печи кипящего слоя. Термоутилизация техногенных материалов с использованием пиролиза. Конструктивные особенности, принцип действия. Расчет основных конструктивно-технологических и теплотехнических показателей.	0,5	1	0,5	12
	ВСЕГО за 6, 7 семестр	4	4	4	132

#### 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	К-во часов СРС
<b>Семестр № 7</b>				
1	Оборудование для измельчения ТМ	Оборудование для тонкого и сверхтонкого измельчения хрупких техногенных материалов: конструктивные особенности, принцип действия шаровых и вибрационных мельниц, среднеходных и струйных мельниц. Расчет основных параметров помольного оборудования.	2	2
2	Машины и оборудование для переработки ЦБО	Оборудование для комплексной переработки целлюлозно-бумажных отходов и производства теплоизоляционных материалов и изделий. Расчет основных параметров используемого оборудования.	1	1
3	Оборудование для компактирования техногенных материалов (гранулирование, экструдирование,	Оборудование для компактирования порошкообразных и вязко-пластичных техногенных	4	4

	брикетирование)	материалов. Конструкции и принцип действия пресс-валковых агрегатов для прокатки и брикетирования техногенных материалов. Барабанные, тарельчатые и вибрационно-центробежные грануляторы. Шнековые и пресс-валковые экструдеры. Расчет основных конструктивно-технологических и энергосиловых параметров оборудования для компактирования техногенных материалов.		
2	Агрегаты для термической утилизации техногенных материалов	Оборудование для термической утилизации техногенных материалов. Конструктивные особенности топочных агрегатов и вращающихся печей. Расчет теплотехнических и конструктивно-технологических параметров.	1	1
3	Оборудование для радиометрического контроля	Оборудование радиометрического контроля техногенных материалов. Классификация, технические характеристики. Принцип действия, способы замеров и расчета экологических параметров.	1	1
4	Оборудование для переработки техногенных материалов специального назначения	Оборудование для переработки отходов из материалов специального назначения (цветных металлов, свинцовосодержащих и радиацио-активных материалов и др.) Наноструктурированные композиционные материалы с использованием техногенного сырья. Расчет основных конструктивно-технологических и энергосиловых параметров используемого оборудования.	1	1
	<b>ВСЕГО</b>		<b>10</b>	<b>10</b>

### 4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов СРС
-------	---------------------------------	----------------------------	------------	----------------

Семестр № 7				
1.	Оборудование для переработки полимерных отходов	2.Изучение устройства, принципа действия, конструктивных особенностей роторно-фрезерного агрегата для переработки полимерных отходов. Расчет конструктивно-технологических и энергосиловых параметров.	1	1
2	Оборудование для переработки ЦБО	3.Оборудование для комплексной переработки ЦБО и производства «ЭКОВАТЫ», принцип действия. Расчет основных параметров.	1	1
3	Оборудование для компактирования ТМ	4. Конструктивные особенности, принцип действия, расчет основных параметров оборудования для компактирования техногенных материалов. 4.1. Вибрационно-центробежного гранулятора 4.2. Гидравлического пресса 4.3. Пресс-валкового экструдера 4.4. Вальцового брикетного пресса.	4	4
	ВСЕГО		6	6

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1 Перечень контрольных вопросов (типовых заданий)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Экологическая безопасность и проблемные задачи комплексной утилизации техногенных материалов	Чем обусловлено повышенное внимание государства и общественности к охране окружающей среды на современном этапе развития производства. Какие сферы защиты окружающей среды вы знаете. Что такое твердые промышленные и бытовые отходы (ТПБО) и каково их физическое состояние. Какова роль комплексной утилизации техногенных материалов для дальнейшего развития общества и обеспечения экологической безопасности. Приведите примеры техногенных материалов, образующихся в различных отраслях промышленности: химической, металлургической, топливной, стекольной, керамической, огнеупорной, цементной, лакокрасочной и др. Возможные способы их утилизации. Какие способы утилизации техногенных материалов вы знаете. Приведите примеры.
2	Оборудование для комплексной переработки минеральных и органических техногенных материалов (измельчение минеральных и органических ТМ)	Назовите основное оборудование для первичной обработки техногенных материалов. Его характеристики и принцип действия. Какие виды техногенных материалов подвергаются измельчению при их утилизации. Приведите примеры получаемой продукции. Какие типы помольного оборудования Вы знаете? Конструкции, принцип действия. Назовите конструктивные особенности и принцип действия оборудования для переработки хрупких, вязко – пластичных техногенных материалов и твердо - жидких суспензий. Какие способы и конструкции машин вы знаете для переработки целлюлозно-бумажных, полимерных и отходов резинотехнической промышленности.
3	Оборудование для классификации, смешения, сушки и обжига техногенных материалов	Назовите конструкции и принцип действия машин и оборудования для сушки и обжига техногенных материалов. Назовите наиболее распространенные типы машин и оборудования для усреднения и смешения техногенных материалов. Какие виды оборудования для классификации и сортировки Вы знаете. Их конструктивные особенности.
4	Оборудование для компактирования техногенных материалов	Что такое компактирование порошкообразных техногенных материалов. Какие способы компактирования вы знаете? При каких значениях давления формования и влажности шихты реализуются процессы: а) гранулирования; б) экструдирования; в) брикетирования; г) прокатки. Назовите конструкции и принцип действия оборудования, в котором реализуются вышеуказанные способы.
5	Оборудование для гранулирования техногенных материалов	В чем заключаются конструктивно-технологические отличия тарельчатых и барабанных грануляторов. Назовите отличительные особенности барабанных грануляторов от

		<p>барабанных грануляторов-сушилок. От каких параметров зависят производительность и мощность привода барабанных грануляторов, тепловая мощность барабанных грануляторов-сушилок. В чем заключается методика расчета барабанных грануляторов, барабанных грануляторов-сушилок. В чем заключаются отличительные особенности вибрационных грануляторов, вибрационно-центробежных грануляторов. Их преимущества и специфические особенности.</p>
6	Пресс-валковые экструдеры	<p>От чего зависят конструктивно-технологические параметры пресс-валковых экструдеров (ПВЭ): производительность, скорость экструдирования, мощность привода. Чем определяется угол захвата материала в ПВЭ. Как определяются геометрические параметры валков. Как определяются удельные энергозатраты процесса экструдирования. Назовите области использования компактирования техногенных материалов и какова технико-экономическая эффективность развития данного направления.</p>
7	Оборудование для брикетирования техногенных порошкообразных материалов	<p>Какие примеры передового зарубежного опыта использования технологии брикетирования при утилизации техногенных материалов Вы знаете. Назовите перспективные направления развития данной технологии в России и за рубежом. Назначение, область применения и конструктивно-технологические особенности пресс-валковых агрегатов (ПВА) для формования порошкообразных и вязко-пластичных техногенных материалов. Функциональное назначение формирующих элементов ПВА. Назовите типы и конструктивно-технологические особенности устройства для предварительного уплотнения шихты. Технологическое назначение устройства для предварительного уплотнения шихты. Что такое коэффициент предварительного уплотнения шихты. Как производится расчет производительности, мощности привода и удельных энергозатрат ПВА. В чем заключается методика расчета и проектирования ПВА. Конструктивно-технологические особенности и принцип действия ПВА с протяженной зоной уплотнения для материалов с малой насыпной массой.</p>
8	Сушильные и обжиговые агрегаты для переработки и утилизации техногенных материалов	<p>Принцип действия и конструктивные особенности СВЧ-сушильных агрегатов. Преимущества и недостатки. Перспективы развития. Как осуществляется расчет основных параметров барабанно-винтовых СВЧ-сушильных агрегатов. Техника и технология мокрого способа переработки техногенных материалов. Виды используемого оборудования. Конструкции, принцип действия. В чем заключается технологическая сущность термической утилизации техногенных материалов в обжиговых агрегатах. Их конструктивные особенности и перспективы развития при утилизации техногенных материалов. В каких агрегатах реализуется высокотемпературный пиролиз. Его сущность. Положительный опыт использования данного способа в</p>

		России и за рубежом. Укажите перспективные направления использования техногенных материалов в наукоемких технологиях. Технико-экономическая эффективность развития данного направления.
--	--	---

## **5.2. Перечень тем курсовых проектов, курсовых работ, их краткое содержание и объем**

Учебным планом предусмотрена курсовая работа с объемом самостоятельной работы студента (СРС) – 36 часов.

Целью выполнения курсовой работы (КР) является углубленное изучение конструкции, принципа действия и методики расчета одного из типов оборудования для переработки или утилизации техногенных материалов с различными физико-механическими характеристиками.

Общая тема КР: «Разработка конструкции и расчет основных параметров оборудования для переработки техногенных материалов».

КР состоит из расчетно-пояснительной записки (20-30 страниц на листах формата А4), содержание и объем которых уточняется в зависимости от темы работы, и графической части (2-3 листа формата А1).

Расчетно-пояснительная записка должна содержать:

1. Титульный лист.
2. Задание на выполнение КР.
3. Содержание (оглавление).
4. Введение.
5. Краткий анализ известных конструкций машин, выполняющих данную технологическую задачу (согласно теме КР) и области их использования.
6. Перспективные направления развития или модернизации данного типа машин (на основе патентных исследований).
7. Конструкторско-технологические решения по совершенствованию или модернизации оборудования.
8. Расчет основных конструктивно-технологических и силовых параметров модернизированной машины.
9. Условия эксплуатации и обслуживания разработанного оборудования.
10. Заключение.
11. Список используемой литературы.
12. Приложения (таблицы с расчетными данными, результаты патентных исследований, спецификации к рабочим чертежам и др.).

Графическая часть КР содержит общий вид, привод проектируемой машины с разрезами и сечениями, а также лист модернизируемого узла.

КР может содержать разделы проектно-конструкторской или научно-исследовательской работы, которые могут быть продолжены при выполнении других курсовых проектов или КР, а в дальнейшем – при выполнении выпускной квалификационной работы.

### **5.3. Перечень индивидуальных домашних заданий, расчетно-графических заданий**

Выполнение индивидуальных домашних заданий, расчетно-графических заданий не предусмотрено учебным планом.

### **5.4. Перечень контрольных работ**

Выполнение контрольных работ не предусмотрено учебным планом.

## **6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА**

### **6.1. Перечень основной литературы**

1. Назаров В. И. Переработка и утилизация дисперсных материалов и твердых отходов / В.И. Назаров, Н.М. Рагозина, Д.А. Макаренков, Г.В. Четвертаков, М.Е. Ставровский // Учебное пособие – М.: ИНФРА – М, 2014. – 464 с.
2. Губанов Л.И. Рециклирование материалов из отходов и осадков сточных вод при повторном использовании в производстве / Л.И. Губанов, А.Ю. Зверева, В.И. Зверева // Учебное пособие – Н. Новгород, 2009. – 405 с.
3. Севостьянов В.С. Технические основы переработки и утилизации техногенных материалов / В.С. Севостьянов, Л.И. Шинкарев, М.В. Севостьянов, А.А. Макридин и др. // Учебное пособие – Белгород, 2011. – 270 с. Режим доступа: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2014040920444881871300003332>
4. Севостьянов В. С. Механическое оборудование для производства керамических и огнеупорных изделий / В.С. Севостьянов, Н.Н. Дубинин, В.И. Уральский, М.Т. Макридина // Учебное пособие – Белгород: Изд-во БГТУ, 2014 - 248с. Режим доступа: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2015122812583929900000658064>

### **6.2. Перечень дополнительной литературы**

1. Конык О.А. Технология переработки твердых отходов / О.А. Конык, А.В. Кузиванова // Учебное пособие – Сыктывкар: СЛИ, 2013. – 202 с.
2. Макаренков Д.А. Процессы и аппараты химических технологий. Оборудование предприятий лакокрасочного комплекса с примерами расчета технологических и конструктивных параметров / Д.А. Макаренков, В.И. Назаров, Е.А. Баринский // Производственно-практическое издание, под редакцией В.И. Назарова. – М.: «ИРЕА», 2012. – 276 с.
3. Ванчаков М.В. Технология и оборудование для переработки макулатуры / Учебное пособие – 2-е изд-е испр. и доп. – СПб, Ч.1, 2011. – 99 с.
4. Михалева З.А. Методы и оборудование для переработки сыпучих материалов и твердых отходов / З.А. Михалева, А.А. Коптев, В.П. Таров // Учебное пособие – Тамбов, 2002 – 64 с.

5. Севостьянов В. С. Механическое оборудование для производства керамических и огнеупорных изделий / В.С. Севостьянов, Н.Н. Дубинин, В.И. Уральский, М.Т. Макридина // Учебное пособие – Белгород: Изд-во БГТУ, 2010 - 248с.
6. Севостьянов В.С. Центробежные измельчители / В.С. Севостьянов // Учебное пособие – Белгород: Изд-во БГТУ, 2014 – 140 с.

### **6.3. Перечень интернет ресурсов**

1. Мир отходов [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.waste.ua>
2. Рециклинг отходов [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.wastercycling.ru>
3. Экология. Отходы. Мусор. Выбросы. Утилизация [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http // www.new – qarbage.com](http://www.new-qarbage.com)
4. Открытая база ГОСТов [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http // www.StandartGOST.ru](http://www.StandartGOST.ru)
5. Единая система конструкторской документации. ГОСТ [Электронный ресурс]– Режим доступа: [http // www.eskd.ru](http://www.eskd.ru)

## **7.МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

Для обеспечения качественной подготовки специалистов по разработанной программе используются следующие специализированные лаборатории - учебно-научно-исследовательская лаборатория технических средств природообустройства, зал курсового и дипломного проектирования, лаборатория автоматизированного проектирования, лаборатория технических средств создания машин кафедры «Технологические комплексы, машины и механизмы».

Для проведения лекционных занятий используются аудитории УК № 3, № 110, оснащенные презентационной техникой (проектор, ноутбук со специализированным ПО) и комплектом электронных презентаций по дисциплине.

Для проведения практических занятий используются аудитории (УК № 3, № 012, 017, 109), оснащенные необходимыми техническими средствами обучения, а также специализированными стендовыми установками для переработки техногенных материалов (технологический комплекс по производству механоактивированных минеральных добавок, технологический комплекс для производства теплоизоляционных и композиционных смесей).

Кроме того, используются технологические комплексы специализированного учебно-научно-производственного комплекса (Учебная лаборатория Автомобильно-дорожного института), оснащенного действующим опытно-промышленным оборудованием для переработки техногенных материалов, объединённым общей технологической задачей.

Опытно-промышленные технологические комплексы имеют следующее назначение:

1. Технологический комплекс для производства механоактивированных композиционных смесей из техногенных материалов.

2. Технологический комплекс для получения гранулированных стабилизирующих добавок для щебеночно-мастичного асфальтобетона (ГСД – ЦМА).

3. Технологический комплекс для производства древесно-полимерных композитов.

4. Технологический модуль для производства специализированных строительных изделий с использованием широкоформатного 3D-принтера.

Технологические комплексы оснащены оборудованием с варьируемой частотой вращения рабочих органов и возможностью использования техногенных материалов с различными физико-механическими характеристиками.

Используемое оборудование и технологические комплексы обладают технической новизной и защищены более двадцатью патентами на изобретения.

Для выполнения проектно-конструкторских работ используется компьютерная техника, оснащенная специализированным программным обеспечением

(AutoCAD, Microsoft Office PowerPoint), расположенная в аудитории УК № 3, № 109.

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа без изменений утверждена на 2016/2017 учебный год.

Протокол № 9 заседания кафедры от «13» 05 2016 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_



д.т.н., проф. В.С. Севостьянов

подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_



к.т.н., проф. Н.Г. Горшкова

подпись, ФИО

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы с дополнениями:

1. Назаров В. И. Переработка и утилизация дисперсных материалов и твердых отходов / В.И. Назаров, Н.М. Рагозина, Д.А. Макаренков, Г.В. Четвертаков, М.Е. Ставровский // Учебное пособие – М.: ИНФРА – М, 2014. – 464 с.
2. Губанов Л.И. Рециклирование материалов из отходов и осадков сточных вод при повторном использовании в производстве / Л.И. Губанов, А.Ю. Зверева, В.И. Зверева // Учебное пособие – Н. Новгород, 2009. – 405 с.
3. Севостьянов В.С. Технические основы переработки и утилизации техногенных материалов / В.С. Севостьянов, Л.И. Шинкарев, М.В. Севостьянов, А.А. Макридин и др. // Учебное пособие – Белгород, 2011. – 270 с.  
Режим доступа: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2014040920444881871300003332>
4. В. С. Севостьянов Механическое оборудование для производства строительных материалов/Севостьянов В. С., Дубинин Н. Н., Уральский В. И., Макридина М. Т.// Учеб.пособие, Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2013 – 266 с. Режим доступа: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2015122317233867900000653134>

В пункт 6.1 добавлена одна позиция:

Уральский А.В. Машины и оборудование природообустройства / А.В. Уральский, В.С. Севостьянов, В.И. Уральский, Е.А. Шкарпеткин // Учебное пособие – Белгород: Изд-во БГТУ, 2015. – 138 с. Режим доступа: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2017082315194575400000653896>

Рабочая программа с дополнениями утверждена на 2017 / 2018 учебный год.

Протокол № 10 заседания кафедры от «23» 05 2017г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ д.т.н., проф. В.С. Севостьянов  
подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_ к.т.н., проф. Н.Г. Горшкова  
подпись, ФИО

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы с дополнениями:

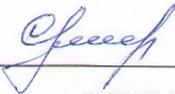
1. Назаров В. И. Переработка и утилизация дисперсных материалов и твердых отходов / В.И. Назаров, Н.М. Рагозина, Д.А. Макаренков, Г.В. Четвертаков, М.Е. Ставровский // Учебное пособие – М.: ИНФРА – М, 2014. – 464 с.
2. Губанов Л.И. Рециклирование материалов из отходов и осадков сточных вод при повторном использовании в производстве / Л.И. Губанов, А.Ю. Зверева, В.И. Зверева // Учебное пособие – Н. Новгород, 2009. – 405 с.
3. Севостьянов В.С. Технические основы переработки и утилизации техногенных материалов / В.С. Севостьянов, Л.И. Шинкарев, М.В. Севостьянов, А.А. Макридин и др. // Учебное пособие – Белгород, 2011. – 270 с.  
Режим доступа: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2014040920444881871300003332>
4. В. С. Севостьянов Механическое оборудование для производства строительных материалов/Севостьянов В. С., Дубинин Н. Н., Уральский В. И., Макридина М. Т.// Учеб.пособие, Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2013 – 266 с. Режим доступа: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2015122317233867900000653134>
5. Уральский А.В. Машины и оборудование природообустройства / А.В. Уральский, В.С. Севостьянов, В.И. Уральский, Е.А. Шкарпеткин // Учебное пособие – Белгород: Изд-во БГТУ, 2015. – 138 с. Режим доступа: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2017082315194575400000653896>

В пункт 6.1 добавлена одна позиция:

Севостьянов В.С. Малотоннажные технологические комплексы и оборудование (основы научных исследований – практическое руководство)/ В.С. Севостьянов, В.И. Уральский, М.В. Севостьянов, В.А. Бабуков, И.Г. Мартаков// Учеб. Пособие. – Белгород, Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2018 – 570 с.

Рабочая программа с дополнениями утверждена на 2018 / 2019 учебный год.

Протокол № 10 заседания кафедры от «16» 05 2018г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ д.т.н., проф. В.С. Севостьянов  
  
подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_ к.т.н., проф. Н.Г. Горшкова  
  
подпись, ФИО

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

С изменениями:

Изменения по п.3 ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зач. единиц, 216 часов.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 6	Семестр № 7
Общая трудоемкость дисциплины, час	216	38	178
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	<b>12</b>	<b>2</b>	<b>10</b>
Лекции	4	2	2
Лабораторные	4		4
Практические	4		4
<b>Самостоятельная работа студентов, в том числе:</b>	<b>204</b>	<b>36</b>	<b>168</b>
Курсовой проект			
Курсовая работа	36		36
Расчетно-графическое задание			
Индивидуальное домашнее задание			
Другие виды самостоятельной работы	132	36	96
Промежуточная аттестация	Экзамен 36		Экзамен 36

## Изменения по п. 4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Наименование тем, их содержание и объем

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
Курс 3 Семестр 6					
4.	Общая характеристика оборудования, основные принципы и методики расчета				
	Вводная лекция. Общая характеристика машин и оборудования для комплексной переработки техногенных материалов. Основные принципы проектирования машин и оборудования, их технические характеристики и области использования.	1	0	0	12
5.	Оборудование для дробления техногенных материалов				
	Конструкции, принцип действия и условия эксплуатации оборудования для дробления хрупких техногенных материалов. Расчет основных конструктивно-технологических и энергосиловых параметров роторных, молотковых, валковых и	0,5	0	0	12

	щековых дробилок.				
6. Оборудование для переработки полимерных отходов					
	Конструктивные особенности, принцип действия машин и оборудования для первичной переработки полимерных отходов, Расчет основных параметров машин и оборудования.	0,5	0	0	12
Курс 4 Семестр 7					
13. Машины и оборудование для переработки целлюлозно-бумажных отходов					
	Машины и оборудование для комплексной переработки целлюлозно-бумажных отходов: шредеры, измельчители ударно-разрывающего действия, пылеосадители. Оборудование для мокрого диспергирования ЦБО. Обезвоживатели. Оборудование для формования теплоизоляционных изделий из ЦБО. Расчет основных параметров.	0	1	0	8
14. Оборудование для измельчения техногенных материалов					
	Теоретические и практические закономерности процессов измельчения хрупких тел. Машины и оборудование для тонкого и сверхтонкого измельчения техногенных материалов. Конструктивные особенности, принцип действия шаровых, вибрационных, валковых мельниц, дезинтеграторов, противочных струйных и кольцевых помольных агрегатов. Расчет основных конструктивно-технологических и энергосиловых параметров.	0,5	0	1	8
15. Оборудование для переработки резинотехнических отходов					
	Оборудование для переработки отходов резинотехнической промышленности, производства из них промышленной продукции и изделий народного потребления. Расчет основных параметров.		0,5	0,5	8
16. Оборудование для сушки ТМ					
	Машины и оборудование для сушки техногенных материалов: камерные сушильные агрегаты, барабанные сушильные агрегаты, сушилки псевдоожиженного слоя. СВЧ-сушилки. Конструктивные особенности, принцип действия. Расчет основных параметров.		0,5	0,5	8
17. Машины и агрегаты для гомогенизации техногенных шихт					
	Теоретические основы усреднения и смешения порошкообразных и полидисперсных техногенных материалов. Машины и оборудование для смешения техногенных материалов. Расчет основных параметров.	0,5	0	0	8
18. Оборудование для гранулирования техногенных полидисперсных материалов					
	Конструктивные особенности, принцип действия оборудования для гранулирования порошкообразных и полидисперсных техногенных материалов. Барабанные, тарельчатые, вибрационные, вибрационно-центробежные грануляторы. Расчет основных параметров.		0,5	0,5	8
19. Прессовое оборудование					
	Теоретические основы процесса прессования порошкообразных материалов. Конструкции и принцип действия прессового оборудования, используемого при утилизации техногенных материалов. Механические и гидравлические пресса, устройство и принцип действия. Расчет основных параметров.		0,5	0,5	8
20. Пресс-валковые экструдеры					
	Шнековые и пресс-валковые экструдеры, используемые для утилизации вязко-пластичных техногенных материалов. Конструктивные особенности, принцип действия. Расчет основных параметров.		0,5	0,5	10

<b>21.Оборудование для брикетирования техногенных порошкообразных материалов</b>					
	Конструктивные особенности, устройство, принцип действия пресс-валковых агрегатов для брикетирования порошкообразных и вязко-пластичных материалов. Опыт эксплуатации пресс-валковых агрегатов передовыми зарубежными фирмами. Расчет основных параметров пресс-валковых агрегатов для брикетирования техногенных материалов.	0,5	0,5	0	8
<b>22.Классификаторы</b>					
	Оборудование для классификации мелкокусковых и зернистых материалов. Конструктивные особенности, принцип действия. Расчет основных параметров.	0	0	0,5	12
<b>23.Агрегаты для термоутилизации техногенных материалов</b>					
	Оборудование для термической утилизации техногенных материалов: камерные обжиговые агрегаты, вращающиеся печи, печи кипящего слоя. Термоутилизация техногенных материалов с использованием пиролиза. Конструктивные особенности, принцип действия. Расчет основных конструктивно-технологических и теплотехнических показателей.	0,5	0	0	10
	<b>ВСЕГО за 6, 7 семестр</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>132</b>

#### **4.2. Содержание практических (семинарских) занятий**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	К-во часов СРС
<b>Семестр № 7</b>				
1	Оборудование для измельчения ТМ	Оборудование для тонкого и сверхтонкого измельчения хрупких техногенных материалов: конструктивные особенности, принцип действия шаровых и вибрационных мельниц, среднеходных и струйных мельниц. Расчет основных параметров помольного оборудования.	1	1
2	Агрегаты для термической утилизации техногенных материалов	Оборудование для термической утилизации техногенных материалов. Конструктивные особенности топочных агрегатов и вращающихся печей. Расчет теплотехнических и конструктивно-технологических параметров.	1	1
3	Оборудование для радиометрического контроля	Оборудование радиометрического контроля техногенных материалов. Классификация, технические характеристики. Принцип действия, способы замеров и расчета экологических параметров.	1	1
4	Оборудование для переработки техногенных материалов специального назначения	Оборудование для переработки отходов из материалов специального назначения (цветных металлов, свинцовосодержащих и радиационно-активных материалов и др.) Наноструктурированные композиционные материалы с	1	1

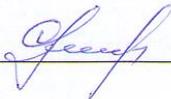
		использованием техногенного сырья. Расчет основных конструктивно-технологических и энергосиловых параметров используемого оборудования.		
	ВСЕГО		4	4

#### 4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов СРС
Семестр № 7				
1.	Оборудование для переработки полимерных отходов	2. Изучение устройства, принципа действия, конструктивных особенностей роторно-фрезерного агрегата для переработки полимерных отходов. Расчет конструктивно-технологических и энергосиловых параметров.	1	1
2	Оборудование для переработки ЦБО	3. Оборудование для комплексной переработки ЦБО и производства «ЭКОВАТЫ», принцип действия. Расчет основных параметров.	1	1
3	Оборудование для компактирования ТМ	4. Конструктивные особенности, принцип действия, расчет основных параметров оборудования для компактирования техногенных материалов. 4.1. Вибрационно-центробежного гранулятора 4.2. Гидравлического пресса 4.3. Пресс-валкового экструдера 4.4. Вальцового брикетного пресса.	2	2
	ВСЕГО		4	4

Рабочая программа утверждена с изменениями на 2019/20 20 учебный год

Протокол № 11 заседания кафедры от «13» 06 2019г.

Заведующий кафедрой  д.т.н., проф. В.С. Севостьянов

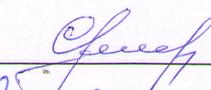
Директор института  к.т.н., проф. Н.Г. Горшкова

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений.

Рабочая программа утверждена без изменений на 2020/ 2021 учебный год

Протокол № 10 заседания кафедры от « 15 » 05 2020 г.

Заведующий кафедрой  д.т.н., проф. В.С. Севостьянов

Директор института  к.т.н., проф. Н.Г. Горшкова

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### Приложение №1

Методические указания для обучающегося, по освоению дисциплины: «Оборудование для комплексной переработки техногенных материалов».

#### 1.1. Подготовка к лекции.

Лекции по дисциплине «Оборудование для комплексной переработки техногенных материалов» читаются в специализированных аудиториях, оборудованных проектором, ноутбуком, экраном и специализированным ПО (AutoCAD, Microsoft Office PowerPoint), позволяющие демонстрировать рисунки, иллюстрации и чертежи для освоения лекционного теоретического материала.

Студент обязан посещать лекции и вести рукописный конспект.

Для формирования у обучающихся устойчивых навыков и знаний в области современного оборудования для комплексной переработки техногенных материалов при самостоятельной подготовке к лекционным занятиям студентами используется следующая литература:

1. Назаров В. И. Переработка и утилизация дисперсных материалов и твердых отходов / В.И. Назаров, Н.М. Рагозина, Д.А. Макаренков, Г.В. Четвертаков, М.Е. Ставровский // Учебное пособие – М.: ИНФРА – М, 2014. – 464 с.

2. Севостьянов В.С. Технологические комплексы и оборудование для переработки и утилизации техногенных материалов / В.С. Севостьянов, В.И. Уральский, М.В. Севостьянов, О.А. Носов // – Белгород: Изд-во БГТУ, – 2015. – 350 с.

3. Севостьянов В.С. Механическое оборудование для производства строительных материалов / В.С. Севостьянов, Н.Н. Дубинин, В.И. Уральский, М.Т. Макридина // Учебник – Белгород. Изд-во БГТУ, 2016. – 249 с.

4. Севостьянов В.С. Технические основы переработки и утилизации техногенных материалов / В.С. Севостьянов, Л.И. Шинкарев, М.В. Севостьянов, А.А. Макридин и др. // Учебное пособие – Белгород, 2011. – 270 с.

После рассмотрения соответствующего раздела (подраздела) дисциплины, определенного в настоящей рабочей программе в П.4.1., обучающийся должен ознакомиться и самостоятельно дополнить свой конспект материалами из рекомендуемой литературы, которые были освещены в лекции.

#### 1.2. Подготовка к практическим занятиям.

Темы практических занятий доводятся студентам на первом занятии. Оформление практических занятий осуществляется в отдельной тетради. К каждому практическому занятию студент готовится самостоятельно: изучает и

конспектирует теоретические сведения и расчеты, изучает конспект лекций в соответствии с темой занятия.

Для проведения практических занятий по разделам дисциплины используется литература: Севостьянов В.С. Технологические комплексы и оборудование для переработки и утилизации техногенных материалов / В.С. Севостьянов, В.И. Уральский, М.В. Севостьянов, О. А. Носов // – Белгород: Изд-во БГТУ, – 2015. – 321 с.

Данное учебное пособие охватывает основные разделы дисциплины «Оборудование для комплексной переработки техногенных материалов», а указанный перечень тем практических занятий позволяет обучающимся последовательно приобретать практические умения и навыки.

### 1.3. Выполнение курсовой работы.

Выполнение КР осуществляется по календарному плану, в котором отмечены основные этапы ее выполнения и определены контрольные точки. На протяжении этого времени каждому студенту выдается индивидуальное задание на проектирование, проводится вводное занятие, осуществляются групповые и индивидуальные консультации, а затем производится индивидуальный приём и защита КР.

Задание выдается на вводном занятии, на котором освещаются сведения о задачах КР по данной дисциплине, объеме, содержании и методике ее выполнения.

Задание отражает: перечень вопросов, подлежащих разработке; полноту исходных данных, необходимых для выполнения КР; соответствие вопросов современному уровню развития науки и техники.

КР включает в себя графический материал и пояснительную записку.

Выполнение КР начинается с получения задания на модернизацию оборудования, его конструктивно-технологических и силовых параметров.

При выполнении разделов пояснительной записки студент должен использовать материалы лекций и практических занятий, информацию, проработанную в ходе самостоятельного изучения разделов дисциплины.

Описывая конструкции машин, их назначение, а также производя расчеты их основных параметров, студенты могут использовать также, по согласованию с преподавателем, дополнительные справочные материалы, Internet-ресурсы, периодические издания, нормативную и техническую документацию подобранную им самостоятельно.

Для разработки графической части КР используется литература: Механическое оборудование предприятий строительных материалов: Атлас конструкций: учебное наглядное пособие / В.В. Богданов, В.А. Уваров, Д.В. Карпачев, Н.П. Несмеянов; под ред. проф. В.С. Богданова. - Белгород : Изд-во БГТУ, 2005. - 123с.

Для правильного оформления пояснительной записки и чертежей машины студенты должны пользоваться интернет ресурсами: [www.StandartGOST.ru](http://www.StandartGOST.ru), [www.eskd.ru](http://www.eskd.ru).

Консультации по КР проводятся по расписанию в аудиториях кафедры УК № 3, № 110.

Защита КР осуществляется публично и студенту выставляется оценка, соответствующая уровню знаний.

*Критерии оценивания курсовой работы.*

Оценка	Критерии оценивания
5	Работа выполнена полностью. Задание соответствует теме, представленный материал полностью раскрывает тему задания, в работе сформулированы адекватные выводы. Практическая часть выполнена в полном объеме. Оформление заданий полностью соответствует предъявляемым требованиям.
4	Работа выполнена полностью. Теоретическое задание соответствует теме, представленный материал раскрывает тему задания, в работе сформулированы адекватные выводы. Практическая часть выполнена в полном объеме. Оформление заданий в целом соответствует предъявляемым требованиям.
3	Работа выполнена полностью. Теоретическое задание соответствует теме, представленный материал раскрывает тему задания, в работе сформулированы выводы. Практическая часть выполнена в полном объеме с незначительными ошибками. Оформление заданий, в целом соответствует предъявляемым требованиям.
2	Работа выполнена не полностью. Теоретическое задание не соответствует теме, представленный материал не раскрывает тему задания, в работе не сформулированы выводы. Практическая часть не выполнена в полном объеме. Оформление заданий не соответствует предъявляемым требованиям.

1.4. Подготовка к сдаче экзамена по дисциплине.

К сдаче экзамена допускаются студенты, которые выполнили и защитили все задания, полученные на практических занятиях.

Прием экзамена осуществляется в виде письменных или устных ответов на вопросы экзаменационных билетов по изучаемой дисциплине и рассчитан на выяснение уровня знаний обучающегося. Для этого используются также вопросы промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и контроля самостоятельной работы обучающегося (по отдельным разделам дисциплины) в соответствии с П.5.1 данной рабочей программы.

Критерии выставления оценок:

*Критерии оценивания экзамена.*

Оценка	Критерии оценивания
5	Студент полностью и правильно ответил на теоретические вопросы билета. Студент владеет теоретическим материалом, отсутствуют ошибки при описании теории, формулирует собственные, самостоятельные, обоснованные, аргументированные суждения. Студент правильно выполнил практическое задание билета, правильно использовал методику решения задачи, самостоятельно сформулировал полные, обоснованные и аргументированные выводы. Ответил на все дополнительные вопросы.
4	Студент ответил на теоретический вопрос билета с небольшими неточностями.

Оценка	Критерии оценивания
	Студент владеет теоретическим материалом, отсутствуют ошибки при описании теории. Студент выполнил практическое задание билета с небольшими неточностями, использовал общую методику решения задачи, сформулировал достаточные выводы. Ответил на большинство дополнительных вопросов.
3	Студент ответил на теоретический вопрос билета с существенными неточностями. Студент владеет теоретическим материалом, присутствуют незначительные ошибки при описании теории. Студент выполнил практическое задание билета с существенными неточностями. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.
2	При ответе на теоретический вопрос билета студент продемонстрировал недостаточный уровень знаний. Студент допустил существенные ошибки при использовании общей методики решения задачи. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.