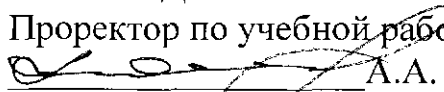


Учреждение образования
«Белорусский государственный технологический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе БГТУ

 А.А. Сакович

«30» 04 2017 г.

Регистрационный номер № УД- 806/уч

КОНСТРУИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ ИЗДЕЛИЙ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности
1–36 01 08 Конструирование и производство
изделий из композиционных материалов**

**Специализация 1–36 01 08 01 Конструирование изделий
из полимерных и композиционных материалов**

2017 г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта высшего образования специальности 1-36 01 08 «Конструирование и производство изделий из композиционных материалов» ОСВО 1-36 01 08 - 2013, утвержденного и введенного в действие постановлением Министерства образования Республики Беларусь № 88 от 30 августа 2013 г.; учебного плана № 36-1-004/уч. от 15.07.2013 г.

СОСТАВИТЕЛЬ:

А. Л. Наркевич – доцент кафедры механики материалов и конструкций учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет», кандидат технических наук

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

М. Ю. Ощепков – ведущий специалист по композиционным материалам лаборатории ткачества и термохимобработки Научно-практического центра Открытого акционерного общества «Полоцк-Стекловолокно», кандидат технических наук;

А. Ф. Петрушеня – старший преподаватель кафедры технологии нефтехимического синтеза и переработки полимерных материалов учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет», кандидат технических наук.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой механики материалов и конструкций учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет» (протокол № 11 от «15» 06 2017 г.);

Учебно-методическим советом учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет» (протокол № 6 от «30» 06. 2017 г.)

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Цели и задачи учебной дисциплины

Цель изучения дисциплины – ознакомление с основами проектирования изделий, выбора структуры материала и конструкции изделия, расчетов на жесткость, прочность, точность и надежность, оценки эффективности принимаемых конструктивных решений.

Задачи изучения дисциплины – дать студентам систематические сведения об основах конструкторской деятельности, особенностях используемых компонентов, технологии получения, структуре и свойствах композиционных материалов в зависимости от конструкции изделий.

1.1. Место учебной дисциплины в системе подготовки специалиста

Дисциплина «Конструирование и расчет изделий из композиционных материалов» относится к компоненту учреждения образования и входит в цикл дисциплин специализации 1-36 01 08 01 «Конструирование изделий из полимерных и композиционных материалов» специальности 1-36 01 08 «Конструирование и производство изделий из композиционных материалов». В логической схеме дисциплин специальности дисциплина играет важную роль для формирования знаний, необходимых для разработки конструкций изделий из композиционных материалов.

1.2. Связь с другими учебными дисциплинами

Курс базируется на всем комплексе общепрофессиональных и специальных дисциплин, преподаваемых студентам данной специальности, и, в первую очередь, на общепрофессиональной дисциплине «Механика материалов и конструкций» и специальных дисциплинах «Полимерные и композиционные материалы» и «Механика композиционных материалов», являющихся базовыми дисциплинами специализации.

При составлении программы учтено, что студенты параллельно с данным курсом изучают дисциплины «Основы научной и инновационной деятельности», «Испытания полимерных и композиционных материалов», «Компьютерные методы конструирования», «Конструирование изделий из полимеров и эластомеров», «Формообразование изделий из полимерных и композиционных материалов», «Конструирование оборудования и формообразующей оснастки» – дисциплины, при изучении которых также получают профессиональные знания, необходимые для конструирования изделий, а также в конце 6 семестра проходят производственную конструкторско-технологическую практику.

1.3. Требования к освоению учебной дисциплины

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

знать:

– методологию и общие вопросы проектирования изделий;

- вопросы проектирования стержневых изделий из композиционных материалов;
- основы конструирования и расчета типовых пространственных элементов изделий из КМ (кузова автомобиля, корпуса маломерного судна, сосудов давления, лопастей вентиляторов, ветроэнергетических установок и др.);
- основы конструирования и расчета соединений;
- методику оценки степени реализации конструкционных свойств материалов в изделиях;
- методики испытаний отдельных элементов конструкции;
- уметь:**
 - составлять техническое задание;
 - выбирать материал, обосновать и оптимизировать его структуру в изделиях;
 - выбирать форму, конструкцию и направление расчета основных элементов конструкций;
 - оценивать точности, надежности и экономическую эффективность разрабатываемых изделий;
 - использовать современные методы, основанные на применении вычислительной техники;
 - сравнить результаты расчета с экспериментальными данными;
- владеть:**
 - навыками предпроектных исследований – патентно-информационные исследования, испытания материала, оптимизацию его структуры, исследование соединений, испытания макетов изделий;
 - навыками выбора материала, обоснования и оптимизации его структуры в изделиях; выбора формы конструкции и расчета основных элементов; оценки точности, надежности и экономической эффективности разрабатываемых изделий;
 - навыками разработки конструкторской и сопутствующей технической документации.

1.4. Требования к компетенциям специалиста

Академические компетенции специалиста

Специалист должен:

- АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.
- АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом.
- АК-3. Владеть исследовательскими навыками.
- АК-4. Уметь работать самостоятельно.
- АК-5. Быть способным порождать новые идеи (обладать креативностью).
- АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.
- АК-7. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.

–АК-8. Владеть навыками устной и письменной коммуникации.

–АК-9. Уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни.

–АК-10. Уметь создавать и использовать в своей деятельности объекты интеллектуальной собственности.

–АК-11. Уметь четко и грамотно излагать результаты исследований и разработок

Социально-личностные компетенции специалиста

Специалист должен:

–СЛК-6. Уметь работать в команде.

Профессиональные компетенции специалиста

Специалист должен быть способен в *научно-исследовательской деятельности*:

–ПК-1. Проводить научные исследования и разработки с использованием современных информационных технологий.

–ПК-2. Анализировать и объективно оценивать достижения науки в области полимерных и композиционных материалов, разработки, производства и применения (эксплуатации) изделий, перспективы и направления развития.

–ПК-3. Разрабатывать техническое задание на проведение исследований материалов, изделий, технологических процессов и средств технологического оснащения.

–ПК-4. Проводить патентно-информационные исследования по разрабатываемым объектам, оценивать их новизну и технический уровень, патентоспособность и патентную чистоту, составлять отчет о патентно-информационном исследовании.

–ПК-5. Разрабатывать методы и технические средства экспериментального исследования материалов, изделий и процессов, метрологического, программного, организационно-методического обеспечения.

–ПК-6. Организовывать и проводить экспериментальные исследования материалов, изделий, технологических процессов и средств технологического оснащения по профилю специальности, анализировать и обрабатывать результаты исследований.

Специалист должен быть способен в *проектно-конструкторской деятельности*:

–ПК-8. Составлять заявки и технические задания на разработку изделий из полимерных и композиционных материалов и проведение опытно-конструкторских работ.

–ПК-9. Разрабатывать на изделия из полимерных и композиционных материалов средства испытаний и средства технологического оснащения следующую техническую документацию (проектную конструкторскую – техническое предложение, эскизный и технический проект);

–ПК-10. Владеть современными программными средствами моделирования, расчета и компьютерного проектирования композиционных материалов, изделий и технологических процессов.

–ПК-11. Оценивать предлагаемые технические решения путем изготовления и испытаний образцов материалов, моделей и макетов изделий.

–ПК-12. Оценивать технический уровень и экономическую эффективность принимаемых технических решений.

Специалист должен быть способен в *инновационной деятельности*:

–ПК-14. Оценивать конкурентоспособность, экономическую эффективность разработки и постановки на производство новых изделий и освоения новых технологий.

Специалист должен быть способен в *производственно-технологической деятельности*:

–ПК-19. Самостоятельно принимать профессиональные решения с учетом их социальных, экономических и экологических последствий.

–ПК-21. Оценивать технологичность конструкции изделий по технико-экономическим показателям.

Специалист должен быть способен в *организационно-управленческой деятельности*:

ПК-28. Оценивать затраты труда, результаты и качество работы исполнителей.

1.5. Структура и содержание учебной дисциплины

В соответствии с учебным планом учреждения высшего образования по специальности 1–36 01 08 «Конструирование и производство изделий из композиционных материалов» общее количество часов по дисциплине «Конструирование и расчет изделий из композиционных материалов» составляет 354, в т.ч. 170 часов аудиторных занятий, из них – 84 часа лекций, 52 часа практических занятий и 34 часа лабораторных занятий.

Форма получения высшего образования – очная (дневная).

Дисциплина изучается в 6 и 7 семестрах.

В 6 семестре общее количество часов составляет 98, в т.ч. 50 часов аудиторных занятий, из них 34 часа лекций, 16 часов практических занятий. Форма текущей аттестации в 6 семестре – зачет.

В 7 семестре общее количество часов составляет 256, в т.ч. 120 часов аудиторных занятий, из них 50 часов лекций, 36 часов практических занятий и 34 часа лабораторных занятий. Форма текущей аттестации в 7 семестре – зачет и экзамен.

В 7 семестре предусмотрено выполнение курсового проекта.

2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. Общие положения

1.1. Предмет и задачи курса. Основные понятия и их определения. Связь курса с общенаучными, инженерными и специальными дисциплинами. Области эффективного применения КМ. Примеры (транспортные средства, инвентарь для спорта и туризма и др.).

1.2. КМ как конструкционные материалы. Требования к конструкционным материалам. Номенклатура показателей свойств. Схема выбора материала. Основы проектирования структуры КМ.

Раздел 2. Стержневые конструкции

2.1. Стержни, работающие на растяжение. Способы получения. Структура. Расчет стержней, работающих на растяжение. Учет неоднородности материала, случайного характера нагружения, ползучести. Примеры стержневых элементов конструкции, работающих на растяжение (тяга, лопатка турбины, шатун, маховик).

2.2. Стержни, работающие на изгиб. Жесткость стержней из КМ при изгибе. Влияние геометрии, структуры и свойств компонентов. Примеры конструирования и расчета стержневых изделий из КМ: удилища, весла, рычаги пневматической подвески, клюшки для хоккея, лыжи, антенны, мачты, лестницы, шесты для прыжков и т.п.

2.3. Изгиб стержней из КМ с криволинейной осью. Конструкционные особенности геометрии, структура и свойства материалов. Расчет колец. Конструкция и расчет теннисной ракетки.

2.4. Кручение стержней из КМ. Оптимизация структуры. Расчет на жесткость и прочность. Примеры стержневых элементов конструкции, работающих на кручение.

2.5. Стержневые конструкции, работающие на сжатие. Влияние геометрии и свойств компонентов, оптимизация структуры. Устойчивость сжатых стержней из КМ. Примеры.

Раздел 3. Соединения

3.1. Клеевые соединения. Основные схемы клеевых соединений. Распределение касательных усилий. Влияние на прочность жесткости клеевого слоя и соединяемых пластин. Соединение путем приформовывания.

3.2. Механические соединения. Классификация механических соединений. Концентрация напряжений около отверстия. Влияние анизотропии материала. Способы укрепления отверстий.

3.3. Болтовые и заклепочные соединения. Схемы исполнения и конструкция соединений. Основные параметры. Обеспечение равнопрочности.

3.4. Винтовые соединения. Конструкционные особенности исполнения винтовых соединений. Основные параметры.

3.5. Особенности конструкции и расчета резьбовых, клиновых и цапговых соединений. Назначение, основные схемы исполнения соединений, конструктивные особенности. Хомутовые соединения, критерии оптимизации конструкции.

3.6. Эффективность конструкции соединения. Конструктивные и экономические критерии оценки эффективности соединений. Примеры.

Раздел 4. Основы проектирования

4.1. Разработка и постановка продукции на производство. Основные этапы и их содержание. Функции конструктора.

4.2. Стадии разработки и их содержание. Основные стадии разработки, классификация. Задание на разработку. Технические требования к изделиям из КМ, их задание и обеспечение. Предпроектные НИР, их содержание.

4.3. Технологические особенности конструкций изделий из композиционных материалов. Основные способы производства изделий из КМ (контактное формование, пропитка под давлением; прессование; литье под давлением; ротационное формование; экструзия и пултрузия). Особенности конструкции изделий.

4.4. Технический уровень изделий. Оценка технического уровня изделий. Технические решения. Патентные исследования. Предмет и задачи. Методология.

4.5. Структура процесса разработки изделий. Методология проектирования. Системный подход. Целевая функция.

4.6. Компоновка. Базы. Методы проектирования крупногабаритных изделий.

4.7. Выбор внешней формы. Критерии выбора формы изделия. Конструктивные, эстетические, аэродинамические и др. факторы.

Раздел 5. Пространственные конструкции

5.1. Конструирование кузова автомобиля, кабины трактора. Основные элементы, компоновка, способы соединения. Эргономические требования. Требования безопасности. Расчет. Структура материала.

5.2. Конструкции и расчет маломерных судов. Лодки и парусные доски из КМ, составные элементы, способы соединения. Конструкция, расчет. Структура материала.

5.3. Проектирование несущих систем. Каркасы. Классификация несущих систем, компоновка. Стержневые и соединительные элементы. Структура материала.

5.4. Конструирование и расчет панелей. Конструктивно-технологические факторы. Оптимизация структуры КМ. Соединения панелей. Конструкция. Расчет.

5.5. Конструкция изделий из наполненных и армированных термопластов. Основные направления использования: панели приборов,

педали, сиденья. Особенности конструкции, структура материала, направления расчета.

5.6. Элементы конструкций из КМ, работающие при ударной нагрузке. Отличительные особенности изделий, состав, используемые материалы. Конструкция и расчет бампера.

5.7. Конструкция и расчет вентиляторов, гребных винтов, лопастей ветроэнергетических установок. Основные конструкционные схемы, особенности структуры материала. Основные расчетные схемы, граничные условия и нагрузки.

5.8. Проектирование сосудов давления. Исходные данные. Оптимизация структуры по сеточной теории. Расчет профиля днища. Комбинированные сосуды. Примеры.

5.9. Емкости и трубы из КМ. Конструкция, структура материала. Расчетные схемы, учет способа установки. Соединения.

5.10. Конструкция и расчет крышек. Особенности формы. Расчетные схемы, критерии оценки прочности и жесткости. Соединения. Обеспечение герметичности.

Раздел 6. Обеспечение качества при конструировании.

6.1. Точность формы и размеров. Влияние структуры на геометрию и точность. Расчет полей допуска размеров и формы панелей.

6.2. Воздействие внешней среды на изделия из КМ. Окружающая среда. Классификация по воздействию. Учет воздействия внешней среды при проектировании изделий.

6.3. Надежность изделий. Показатели надежности, их задание и оценка на стадии разработки. Расчет показателей безотказности и долговечности. Испытания на надежность.

6.4. Затраты на разработку и изготовление изделий из КМ. Классификация затрат, составляющие. Оценка экономической эффективности применения КМ в изделиях. Методы. Примеры.

3. ТРЕБОВАНИЯ К КУРСОВОМУ ПРОЕКТУ

Курсовой проект выполняется в 7-м семестре параллельно с изучением второй части дисциплины «Конструирование и расчет изделий из композиционных материалов». На его выполнение предусмотрено 40 часов.

Цель выполнения курсового проекта – приобретения практических навыков конструирования и расчета изделий из композиционных материалов.

Тематика курсовых проектов должна предусматривать решение одной из актуальных конструкторских задач, связанных с использованием композиционных материалов в изделиях различного назначения, и формируется на основе заявок заинтересованных предприятий с учетом профиля будущей работы студента и плана исследований, выполняемых или планируемых для выполнения на выпускающей кафедре. Тема курсового проекта выбирается студентом по согласованию с заведующим кафедрой не позднее второй недели производственной конструкторско-технологической практики в 6 семестре. В период практики студент готовится к выполнению проекта, подбирая необходимые материалы.

Содержание курсового проекта и степень проработки конструктивных решений должны соответствовать стадии технического проекта по ГОСТ 2.120–73. Исходные данные указываются в задании на проектирование, уточняются самим студентом в процессе работы над проектом (при составлении технического задания, проведении патентно-информационного поиска). Курсовой проект выполняется студентом в соответствии с графиком, согласованным с руководителем проекта. Представляемый к защите курсовой проект должен содержать пояснительную записку и чертежи.

Примерный перечень конструкций изделий, предлагаемых для разработки из композиционных материалов в курсовом проекте:

- лодка академическая;
- весло лодки академической;
- европоддон;
- тележка грузовая садовая;
- кабинка душевая;
- багажник легкового автомобиля;
- детский аттракцион;
- катамаран прогулочный;
- корпус огнетушителя;
- контейнер универсальный;
- элемент дорожного ограждения;
- штанга токосъемника троллейбуса;
- люк вентиляционный для транспортного средства;
- элементы дорожных указателей;
- ящик инструментальный;
- лодка разборная одноместная;
- элемент кожуха теплоизоляционного;
- сиденье пассажирское для автобуса.

Методика выполнения основных этапов курсового проекта рассматривается на занятиях по дисциплинам «Конструирование и расчет изделий из композиционных материалов» и «Основы управления интеллектуальной собственностью», особенности выполнения элементов курсового проекта по заданной тематике обсуждаются на индивидуальных консультациях с руководителем проекта. Расчет наиболее сложных элементов конструкции выполняется при курсовом проектировании по методу конечных элементов в форме индивидуальных заданий по дисциплине «Компьютерные методы конструирования».

1	2	3	4	5	6	7
2	Стержневые конструкции	14	14		22	
2.1	Стержни, работающие на растяжение. Способы получения. Структура. Расчет стержней, работающих на растяжение. Учет неоднородности материала, случайного характера нагружения, ползучести. Примеры стержневых элементов конструкции, работающих на растяжение (тяга, лопатка турбины, шатун, маховик).	4	2		4	Контрольный опрос Отчет по аудиторным практическим заданиям с их устной защитой Зачет, экзамен
2.2	Стержни, работающие на изгиб. Жесткость стержней из КМ при изгибе. Влияние геометрии, структуры и свойств компонентов. Примеры конструирования и расчета стержневых изделий из КМ: удилица, весла, рычаги пневматической подвески, клюшки для хоккея, лыжи, антенны, мачты, лестницы, шесты для прыжков и т.п.	4	6		8	Контрольный опрос Отчет по аудиторным практическим заданиям с их устной защитой Зачет, экзамен
2.3	Изгиб стержней из КМ с криволинейной осью. Конструкционные особенности геометрии, структура и свойства материалов. Расчет колец. Конструкция и расчет теннисной ракетки.	2	4		4	Контрольный опрос Отчет по аудиторным практическим устной защитой Зачет, экзамен
2.4	Кручение стержней из КМ. Оптимизация структуры. Расчет на жесткость и прочность. Примеры стержневых элементов конструкции, работающих на кручение.	2	2		4	Контрольный опрос Отчет по аудиторным практическим заданиям с их устной защитой Зачет
2.5	Стержневые конструкции, работающие на сжатие. Влияние геометрии и свойств компонентов, оптимизация структуры. Устойчивость сжатых стержней из КМ. Примеры.	2			2	Контрольный опрос . Зачет, экзамен

1	2	3	4	5	6	7
3	Соединения изделий из КМ	18	2		22	
3.1	Клеевые соединения. Основные схемы клеевых соединений. Распределение касательных усилий. Влияние на прочность жесткости клеевого слоя и соединяемых пластин. Соединение путем приформовывания.	4			4	Контрольный опрос . Зачет, экзамен
3.2	Механические соединения. Классификация механических соединений. Концентрация напряжений около отверстия. Влияние анизотропии материала. Способы укрепления отверстий.	2			3	Контрольный опрос . Зачет, экзамен
3.3	Болтовые и заклепочные соединения. Схемы исполнения и конструкция соединений. Основные параметры. Обеспечение равнопрочности.	4			2	Контрольный опрос . Зачет, экзамен
3.4	Винтовые соединения. Конструкционные особенности исполнения винтовых соединений. Основные параметры.	2			2	
3.5	Особенности конструкции и расчета резьбовых, клиновых и цанговых соединений. Назначение, основные схемы исполнения соединений, конструктивные особенности. Хомутовые соединения, критерии оптимизации конструкции.	4	2		6	Контрольный опрос Отчет по аудиторным практическим заданиям с их устной защитой Зачет, экзамен
3.6	Эффективность конструкции соединения. Конструктивные и экономические критерии оценки эффективности соединений. Примеры.	2			2	Контрольный опрос . Зачет, экзамен
Всего за семестр		34	16		48	

1	2	3	4	5	6	7
7-й семестр						
4	Основы проектирования	16	8	12	48	
4.1	Разработка и постановка продукции на производство. Основные этапы и их содержание. Функции конструктора.	1			2	Контрольный опрос Зачет, экзамен
4.2	Стадии разработки и их содержание. Основные стадии разработки, классификация. Задание на разработку. Технические требования к изделиям из КМ, их задание и обеспечение. Предпроектные НИР, их содержание.	3	2		10	Контрольный опрос Отчет по аудиторным практическим заданиям с их устной защитой Зачет, экзамен
	Исследование прочности хомутового соединения			4		Отчет по лабораторным работам с его устной защитой
	Исследование жесткости и прочности стержней при изгибе			4		Отчет по лабораторным работам с его устной защитой
	Исследование жесткости и прочности стержней при кручении			4		Отчет по лабораторным работам с его устной защитой
4.3	Технологические особенности конструкций изделий из композиционных материалов. Основные способы производства изделий из КМ (контактное формование, пропитка под давлением; прессование; литье под давлением; ротационное формование; экструзия и пултрузия). Особенности конструкции изделий.	2			2	Контрольный опрос Зачет, экзамен
4.4	Технический уровень изделий. Оценка технического уровня изделий. Технические решения. Патентные исследования. Предмет и задачи. Методология.	2	2		10	Контрольный опрос Отчет по аудиторным практическим заданиям с их устной защитой Зачет, экзамен
4.5	Структура процесса разработки изделий. Методология проектирования. Системный подход. Целевая функция.	2			4	Контрольный опрос Зачет, экзамен

1	2	3	4	5	6	7
7-й семестр						
4	Основы проектирования	16	8	12	48	
4.1	Разработка и постановка продукции на производство. Основные этапы и их содержание. Функции конструктора.	1			2	Контрольный опрос Зачет, экзамен
4.2	Стадии разработки и их содержание. Основные стадии разработки, классификация. Задание на разработку. Технические требования к изделиям из КМ, их задание и обеспечение. Предпроектные НИР, их содержание.	3	2		10	Контрольный опрос Отчет по аудиторным практическим заданиям с их устной защитой Зачет, экзамен
	Исследование прочности хомутового соединения			4		Отчет по лабораторным работам с его устной защитой
	Исследование жесткости и прочности стержней при изгибе			4		Отчет по лабораторным работам с его устной защитой
	Исследование жесткости и прочности стержней при кручении			4		Отчет по лабораторным работам с его устной защитой
4.3	Технологические особенности конструкций изделий из композиционных материалов. Основные способы производства изделий из КМ (контактное формование, пропитка под давлением; прессование; литье под давлением; ротационное формование; экструзия и пултрузия). Особенности конструкции изделий.	2			2	Контрольный опрос Зачет, экзамен
4.4	Технический уровень изделий. Оценка технического уровня изделий. Технические решения. Патентные исследования. Предмет и задачи. Методология.	2	2		10	Контрольный опрос Отчет по аудиторным практическим заданиям с их устной защитой Зачет, экзамен
4.5	Структура процесса разработки изделий. Методология проектирования. Системный подход. Целевая функция.	2			4	Контрольный опрос Зачет, экзамен

1	2	3	4	5	6	7
4.6	Компоновка. Базы. Методы проектирования крупногабаритных изделий.	2	2		10	Контрольный опрос Отчет по аудиторным практическим заданиям с их устной защитой Зачет, экзамен
4.7	Выбор внешней формы. Критерии выбора формы изделия. Конструктивные, эстетические, аэродинамические и др. факторы.	4	2		10	Контрольный опрос Отчет по аудиторным практическим заданиям с их устной защитой Зачет, экзамен
5	Пространственные конструкции	24	18	18	58	
5.1	Конструирование кузова автомобиля, кабины трактора. Основные элементы, компоновка, способы соединения. Эргономические требования. Требования безопасности. Расчет. Структура материала.	2			4	Контрольный опрос Зачет, экзамен
5.2	Конструкции и расчет маломерных судов. Лодки и парусные доски из КМ, составные элементы, способы соединения. Структура материала.	2	2		6	Контрольный опрос Отчет по аудиторным практическим заданиям с их устной защитой Зачет, экзамен
5.3	Проектирование несущих систем. Каркасы. Классификация несущих систем, компоновка. Стержневые и соединительные элементы. Структура материала.	2	2		6	Контрольный опрос Отчет по аудиторным практическим заданиям с их устной защитой Зачет, экзамен
	Исследование жесткости каркаса			4		Отчет по лабораторным работам с его устной защитой

1	2	3	4	5	6	7
5.4	Конструирование и расчет панелей. Конструктивно-технологические факторы. Оптимизация структуры КМ. Соединения панелей. Конструкция. Расчет.	4	6		6	Контрольный опрос Отчет по аудиторным практическим заданиям с их устной защитой Зачет, экзамен
	Исследование жесткости панелей			4		Отчет по лабораторным работам с его устной защитой
	Исследование прочности болтового соединения			3		Отчет по лабораторным работам с его устной защитой
	Исследование прочности винтового соединения			3		Отчет по лабораторным работам с его устной защитой
5.5	Особенности конструкции изделий из наполненных и армированных термопластов, структура материала, расчет. Основные направления использования.	2			4	Контрольный опрос Зачет, экзамен
5.6	Элементы конструкций из КМ, работающие при ударной нагрузке. Отличительные особенности изделий, состав, используемые материалы. Конструкция и расчет бампера.	2	2		6	Контрольный опрос Отчет по аудиторным практическим заданиям с их устной защитой Зачет, экзамен
	Определение динамических характеристик каркаса теннисной ракетки			2		Отчет по лабораторным работам с его устной защитой
5.7	Конструкция и расчет вентиляторов, гребных винтов, лопастей ветроэнергетических установок. Основные конструкционные схемы, особенности структуры материала. Основные расчетные схемы, граничные условия и нагрузки.	2	2		6	Контрольный опрос Отчет по аудиторным практическим заданиям с их устной защитой Зачет, экзамен
5.8	Проектирование сосудов давления. Исходные данные. Оптимизация структуры по сеточной теории. Расчет профиля днища. Комбинированные сосуды. Примеры.	4	4		10	Контрольный опрос Отчет по аудиторным практическим заданиям с их устной защитой Зачет, экзамен

1	2	3	4	5	6	7
5.9	Емкости и трубы из КМ. Конструкция, структура материала. Расчетные схемы, учет способа установки. Соединения.	2			4	Контрольный опрос Зачет, экзамен
5.10	Конструкция и расчет крышек. Особенности формы. Расчетные схемы, критерии оценки прочности и жесткости. Соединения. Обеспечение герметичности.	2			6	Контрольный опрос Зачет, экзамен
	Исследование жесткости и прочности сосудов давления			2		Отчет по лабораторным работам с его устной защитой
6	Обеспечение качества при конструировании	10	10	4	30	
6.1	Точность формы и размеров. Влияние структуры на геометрию и точность. Расчет полей допуска размеров и формы панелей.	2	4		10	Контрольный опрос Отчет по аудиторным практическим заданиям с их устной защитой Зачет, экзамен
6.2	Воздействие внешней среды на изделия из КМ. Окружающая среда. Классификация по воздействию. Учет воздействия внешне среды при проектировании изделий.	2			6	Контрольный опрос Зачет, экзамен
6.3	Надежность изделий. Показатели надежности, их задание и оценка на стадии разработки. Расчет показателей безотказности и долговечности. Испытания на надежность.	2	2		6	Контрольный опрос Отчет по аудиторным практическим заданиям с их устной защитой Зачет, экзамен
	Исследование ползучести и длительной прочности конструкций			4		Отчет по лабораторным работам с его устной защитой
6.4	Затраты на разработку и изготовление изделий из КМ. Классификация затрат, составляющие. Оценка экономической эффективности применения КМ в изделиях. Методы. Примеры.	4	4		8	Контрольный опрос Отчет по аудиторным практическим заданиям с их устной защитой Зачет, экзамен
Всего за семестр		50	36	34	136	
		84	52	34	184	

5. ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Перечень рекомендуемой литературы

Основная

№ п/п	Наименование	Количество экземпляров в БГТУ
1	Ставров, В.П. Конструирование и расчет изделий из композиционных материалов [Текст]: учебное пособие для студентов специальности Т.03.02.00. Ч. 2: Стержневые конструкции / В. П. Ставров; Белорусский государственный технологический университет. - Минск: БГТУ, 1999. - 106 с.	21
2	Конструирование и расчет изделий из композиционных материалов [Текст]: методические указания к лабораторным занятиям по одноименному курсу для студентов специальности Т.03.02.00 / Белорусский государственный технологический университет, Кафедра сопротивления материалов ; [сост.: Ставров В. П., Наркевич А. Л.]. - Минск : БГТУ, 1999. - 69 с. : ил. - Имеется копия на электронном носителе.	41
3	Композиционные материалы [Текст] = Composite Materials : [монографии : в 8 т.]. Т. 7, ч. 1: Анализ и проектирование конструкций / ред. К. Чамис ; пер. с англ. В. В. Васильева под ред. Ю. М. Тарнопольского / Г. Сендецки [и др.]; ред. моногр.: Л. Браутман, Р. Крок. - Москва : Машиностроение, 1978. - 342, [2] с	2
4	Композиционные материалы [Текст] = Composite Materials : [монографии : в 8 т.]. Т. 8, ч. 2: Анализ и проектирование конструкций / ред. К. Чамис; пер. с англ. Г. Г. Портнова под ред. Ю. М. Тарнопольского / Д. М. Парди [и др.]; ред. моногр.: Л. Браутман, Р. Крок. - Москва: Машиностроение, 1978. - 261, [2] с.	2
5	Композиционные материалы. Справочник / Под ред. В.В. Васильева и Ю.М. Тарнопольского. – М.: Машиностроение, 1990. – 512 с.	45
6	Ставров, В. П. Конструирование изделий из полимерных и композиционных материалов. Правила выполнения чертежей [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие для студентов специальностей 1-36 01 08 "Конструирование и производство изделий из композиционных материалов", 1-36 01 04 "Оборудование и технологии высокоэффективных процессов обработки материалов" / В. П. Ставров, А. В. Спиглазов; Белорусский государственный технологический университет, Кафедра механики материалов и конструкций. - 2,50 МБ, формат-pdf. - Минск : БГТУ, 2012. - 116 с. (pdf) : ил.	Электронный ресурс

Дополнительная

№ п/п	Наименование	Количество экземпляров в БГТУ
1	Справочник по композиционным материалам: В 2-х кн. / Под ред. Дж.Любина. М.: Машиностроение. 1988. Кн.1 – 448 с.	21
2	Справочник по композиционным материалам: В 2-х кн. / Под ред. Дж.Любина. М.: Машиностроение. 1988. Кн.2 – 548 с.	20
3	Орлов, П.И. Основы конструирования: Справочно-методическое пособие. В 2-х кн. /Под ред. П.Н. Утаева. Изд. 3-е. М.: Машиностроение, 1988.- Кн.1. – 554 с.	54
4	Орлов, П.И. Основы конструирования: Справочно-методическое пособие. В 2-х кн. /Под ред. П.Н. Утаева. Изд. 3-е. М.: Машиностроение, 1988.- Кн. 2. – 542 с.	56
5	Ставров, В.П. Механика композиционных материалов: Учеб. пособие. / В.П. Ставров. – Минск: БГТУ, 2008. – 259 с.	262
6	Ставров. В. П. Основы научной и инновационной деятельности: пособие для студентов инженерно-технических специальностей / В. П. Ставров. - Минск: БГТУ, 2010. - 318 с.	211

Перечень практических занятий

1. Расчет стержней, работающих на растяжение
2. Расчет на жесткость и прочность стержневых элементов конструкции, работающих на изгиб
3. Расчет каркаса теннисной ракетки
4. Расчет стержней на жесткость и прочность при кручении
5. Расчет хомутового соединения
6. Составление технического задания на разработку
7. Патентные исследования
8. Базы. Компонировка изделия. Выбор внешней формы
9. Конструкция и расчет парусной доски
10. Конструкция и расчет каркаса
11. Конструкция и расчет панелей
12. Расчет клевого соединения
13. Расчет механических соединений панелей
14. Конструкция и расчет бампера
15. Расчет вентилятора
16. Проектирование структуры и расчет профиля днища сосудов давления
17. Проектирование комбинированного сосуда давления
18. Конструкция и расчет крышек
19. Расчет полей допуска размеров и формы панелей. Оценка показателей безотказности
20. Расчет затрат на разработку и изготовление изделий, оценка эффективности разработки изделия

Перечень лабораторных занятий

1. Исследование прочности хомутового соединения
2. Исследование жесткости и прочности стержней при изгибе
3. Исследование жесткости и прочности стержней при кручении
4. Исследование жесткости каркаса
5. Исследование жесткости панелей
6. Исследование прочности болтового соединения
7. Исследование прочности винтового соединения
8. Определение динамических характеристик каркаса теннисной ракетки
9. Исследование жесткости и прочности сосудов давления
10. Исследование ползучести и длительной прочности конструкций

Рекомендации

по последовательности изучения материала дисциплины

Последовательность изложения тем раздела 5, а также прохождения практических занятий и выполнения лабораторных работ может корректироваться в соответствии с тематикой курсовых проектов.

Методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы студентов по учебной дисциплине

Цель самостоятельной работы - закрепление знаний, формирование умений, навыков по изучаемой дисциплине, активизация учебно-познавательной деятельности обучающихся, формирование умений и навыков самостоятельного приобретения и обобщения знаний, формирование умений и навыков самостоятельного применения знаний на практике. В рамках дисциплины предусмотрена *самостоятельная работа* в виде:

- освоения теоретического материала по учебным пособиям;
- выполнение индивидуальных заданий;
- выполнение курсового проекта по индивидуальному заданию;
- оформления отчетов по лабораторным работам в аудитории во время проведения занятий в соответствии с расписанием.

Диагностика компетенций студентов и рекомендации по контролю качества усвоения знаний

Для контроля качества усвоения знаний и оценки (по десятибалльной шкале) уровня знаний и умений студентов рекомендуется использовать следующие диагностические средства:

- контрольные опросы;
- отчеты по аудиторным практическим заданиям с их устной защитой;
- отчеты по лабораторным работам с их устной защитой;
- курсовые проекты с их устной защитой;
- зачет;
- экзамен.

Рекомендации по форме проведения экзамена

Предлагаемая ниже форма проведения экзамена позволяет выявить уровень усвоения базовых знаний и приобретенных навыков по дисциплине в процессе выполнения задания по разработке конструкции изделия или его составных частей из композиционного материала.

О предлагаемой форме проведения экзамена студенты информируются на вводной лекции по курсу. Утвержденный перечень тем и содержание задания для выполнения выдаются студентам не позднее, чем за 2 недели до начала сессии (тема – наименование изделия, которое изготавливается из композиционного материала, или которое содержит изделие, выполненное из композиционного материала). Количество тем должно превышать количество студентов в группе, но не менее 20-ти.

Задания в билете соответствуют в основном стадии разработки «Техническое предложение» по ГОСТ 2.118-73 (Единая система конструкторской документации. Техническое предложение) и включают в себя следующие этапы:

- дать краткую характеристику области и условий применения изделий; при необходимости – общую характеристика объекта, для применения в котором предназначено прорабатываемое изделие;
- составить техническое задание;
- привести технические характеристики (если все перечислены в техническом задании, то не приводятся);
- описать и обосновать выбранную конструкцию (размеры и форма), материалы для ее изготовления (в том числе структура при использовании волокнистых армирующих компонентов), технологии изготовления; при необходимости – обосновать испытание макетов (допускается располагать пояснения на чертеже общего вида с указанием на соответствующую позицию или узел);
- выполнить расчеты (допускается привести упрощенную схему расчета и произвести ориентировочный расчет с применением методов механики материалов и конструкций);
- рассчитать ожидаемые технико-экономические показатели (привести расчет экономической эффективности разработки);
- в заключении сделать выводы (желательно привести выявленные в процессе разработки дополнительные требования к изделию);
- выполнить графическую часть - художественно-конструкторскую проработку (при необходимости), чертеж вида общего изделия в соответствии с п. 2.2. ГОСТ 2.118 (допускается выполнять отдельные элементы без применения чертежных инструментов).

Тип, класс и т.п. для прорабатываемого изделия студент выбирает на свое усмотрение. На экзамене допускается пользоваться конспектами, учебниками и другой литературой, интернетом, программами расчета в системе MathCAD, собственными наработками по темам к экзамену. Студент дополнительно должен иметь до 3 листов чертежной бумаги формата А1 для выполнения графической части и чертежные принадлежности. Продолжительность проведения экзамена – не менее 5 часов.

В основе критериев оценки – объем и качество выполнения задания по теме, оригинальность решений, наличие вариантов исполнения отдельных элементов конструкции, умение логически излагать и обосновывать принимаемые решения. Студент должен показать знания разделов учебной программы в рамках предложенной темы с использованием технической терминологии, умение эффективно использовать полученные знания и свободно ориентироваться в теориях, методах и направлениях дисциплины.

Примерный перечень изделий для разработки на экзамене:

- параболическая антенна;
- обшивка электромобиля;
- сани спортивные;
- мост;
- защитный шлем;
- ветроэнергетическая установка-фонарь;
- резервуар (емкость) для агрессивных сред;
- обустройство пассажирской платформы;
- ванна гальваническая;
- удилице;
- фронтальная обшивка кузова трамвая;
- сноуборд;
- люк вентиляционно-аварийный для автобуса;
- каркас кузова легкового автомобиля;
- кухня-модуль;
- теплица каркасная;
- сиденье пассажирское;
- прицеп крытый грузовой;
- обустройство детской площадки;
- минилодка-багажник;

6. ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Основы научной и инновационной деятельности	Кафедра механики материалов и конструкций	Замечаний нет 	Протокол №11 от 15.06.2017г.
Испытания полимерных и композиционных материалов	Кафедра механики материалов и конструкций	Замечаний нет 	Протокол №11 от 15.06.2017г.
Компьютерные методы конструирования	Кафедра механики материалов и конструкций	Замечаний нет 	Протокол №11 от 15.06.2017г.
Конструирование изделий из полимеров и эластомеров	Кафедра механики материалов и конструкций	Замечаний нет 	Протокол №11 от 15.06.2017г.
Формообразование изделий из полимерных и композиционных материалов	Кафедра механики материалов и конструкций	Замечаний нет 	Протокол №11 от 15.06.2017г.
Конструирование оборудования и формообразующей оснастки	Кафедра механики материалов и конструкций	Замечаний нет 	Протокол №11 от 15.06.2017г.

Заведующий кафедрой

В.Т.И. Семенов

Д.В. Сиваков

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ
 ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
 «КОНСТРУИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ ИЗДЕЛИЙ
 ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ»
 на 2018/2019 учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание
1	Дополнить информационно-методическую часть: форма контроля знаний при проведении межсессионной аттестации – защита лабораторных работ, защита индивидуальных заданий по практическим занятиям. Весовые коэффициенты: $K_{\text{межс1}} = 0,2$; $K_{\text{межс2}} = 0,3$; $K_{\text{тек}} = 0,5$	Положение о межсессионной аттестации студентов БГТУ, утвержденное 16.03.2018г. №121

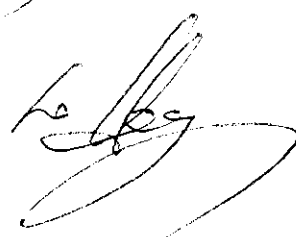
Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры (протокол № 12 от 21.06.2018 г.)

Заведующий кафедрой МиК,
кандидат технических наук, доцент



А. В. Спиглазов

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета ХТиГ,
 кандидат технических наук, доцент



Ю. А. Климош