

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной и научной работе

Дата подписания: 25.09.2023 16:44:27

Уникальный идентификатор документа:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

Рабочая программа дисциплины (модуля)

БИОМЕДИЦИНСКАЯ ИНЖЕНЕРИЯ Дизайн материалов

Закреплена за подразделением

Кафедра физической химии

Направление подготовки

15.04.02 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

Профиль

Биомедицинская инженерия и биофабрикация

Квалификация

Магистр

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

5 ЗЕТ

Часов по учебному плану

180

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 1

аудиторные занятия

51

самостоятельная работа

93

часов на контроль

36

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	1 (1.1)		Итого	
	уп	рп	уп	рп
Неделя	18			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
Практические	51	51	51	51
Итого ауд.	51	51	51	51
Контактная работа	51	51	51	51
Сам. работа	93	93	93	93
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	180	180	180	180

Программу составил(и):

к.ф.-.м.н., зав.каф., Салимон А.И.

Рабочая программа

Дизайн материалов

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - магистратура Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по направлению подготовки 15.04.02 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ (приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

15.04.02 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ, 15.04.02-МТМО-23-8.plx Биомедицинская инженерия и биофабрикация, утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

15.04.02 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ, Биомедицинская инженерия и биофабрикация, утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра физической химии

Протокол от 21.06.2022 г., №11-21/22

Руководитель подразделения Салимон А.И.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Цель курса – сформировать теоретические представления и практические навыки при выборе оптимального материала при конструировании, рационального выбора рабочих принципов и возможных конструктивных, материаловедческих и технологических решений при создании новой техники, выбора применений и направлений развития инновационных продуктов для новых материалов.
-----	---

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В.01.ДВ.01
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Биомеханика и методы физико-механических исследований	
2.2.2	Биофабрикация	
2.2.3	Компьютерная симуляция испытаний материалов и конструкций	
2.2.4	Методы исследования материалов	
2.2.5	Микробиология	
2.2.6	Микроскопия и спектроскопические методы	
2.2.7	Производственная практика	
2.2.8	Схемотехника и электротехника	
2.2.9	Технологии получения материалов	
2.2.10	Тканевая инженерия и регенеративная медицина	
2.2.11	Аппаратные методы в медицине	
2.2.12	Иммунология	
2.2.13	Методы исследования физических свойств	
2.2.14	Основы машинного обучения	
2.2.15	Основы управления микроконтроллерами	
2.2.16	Технологическое предпринимательство	
2.2.17	Токсикология	
2.2.18	Экспериментальная онкология	
2.2.19	Защита интеллектуальной собственности	
2.2.20	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.21	Преддипломная практика	

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ОПК-5: Способен разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов
Знать:
ОПК-5-31 прикладное программное обеспечение для моделирования
ОПК-13: Способен разрабатывать и применять современные цифровые программы проектирования технологических машин и оборудования, алгоритмы моделирования их работы и испытания их работоспособности
Уметь:
ОПК-13-У1 разрабатывать и применять современные цифровые программы проектирования технологических машин и оборудования
ОПК-12: Способен осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения сложных задач в профессиональной области, разрабатывать современные методы исследования технологических машин и оборудования, оценивать и представлять результаты выполненной работы
Уметь:
ОПК-12-У1 осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения сложных задач в профессиональной области
ПК-1: Способность организовать и проводить научные исследования, связанные с разработкой проектов технологических машин и оборудования
Уметь:
ПК-1-У1 разрабатывать технологические процессы

ПК-3: Способен осуществлять и обосновывать рациональный выбор материалов и технологических процессов для создания биосовместимых материалов и медицинских изделий с заданной структурой и свойствами
Уметь:
ПК-3-У1 осуществлять и обосновывать рациональный выбор материалов и технологических процессов для создания биосовместимых материалов
ПК-2: Способен планировать и осуществлять экспериментальные исследования, компьютерное моделирование, анализировать и обрабатывать результаты, делать выводы, составлять и оформлять отчеты по проведенным исследованиям в области биоматериаловедения
Уметь:
ПК-2-У1 оптимизировать параметры технологических операций
ОПК-1: Способен применять в профессиональной деятельности знания фундаментальных наук, знания в междисциплинарных областях, лежащие в основе соответствующего профиля подготовки, формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки результатов исследования
Уметь:
ОПК-1-У1 применять в профессиональной деятельности знания фундаментальных наук
ОПК-5: Способен разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов
Уметь:
ОПК-5-У1 использовать инструментарий формализации инженерных, научно-технических задач, прикладное программное обеспечение для моделирования
ОПК-11: Способен разрабатывать методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов, используемых в технологических машинах и оборудовании
Уметь:
ОПК-11-У1 разрабатывать методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов
ОПК-6: Способен использовать современные информационно-коммуникационные технологии, глобальные информационные ресурсы в научно-исследовательской деятельности
Уметь:
ОПК-6-У1 использовать современные информационно-коммуникационные технологии
ОПК-5: Способен разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов
Владеть:
ОПК-5-В1 Владеть навыками самостоятельного анализа литературы.
ПК-1: Способность организовать и проводить научные исследования, связанные с разработкой проектов технологических машин и оборудования
Владеть:
ПК-1-В1 навыком разработки технологических процессов

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	Раздел 1. Требования к инженерным конструкциям и системам.							
1.1	Требования к инженерным конструкциям и системам. Основные группы и свойства материалов. /Пр/	1	2	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ОПК-13-У1 ОПК-12-У1 ОПК-11-У1 ОПК-1-У1 ПК-3-У1 ОПК-6-У1	Л1.1 Л1.3Л2.3Л3. 1 Э1			

1.2	Выбор материалов, расчёт жёсткости и статической прочности с помощью программных средств /Пр/	1	2	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ПК -1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ОПК -13-У1 ОПК- 12-У1 ОПК-11 -У1 ОПК-1-У1 ПК-3-У1 ОПК -6-У1	Л1.1Л2.2 Л2.3Л3.1 Э1			
1.3	Выбор материалов, расчёт удельной накопленной энергии и тепловых потерь с помощью программных средств /Пр/	1	2	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ПК -1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ОПК -13-У1 ОПК- 12-У1 ОПК-11 -У1 ОПК-1-У1 ПК-3-У1 ОПК -6-У1	Л1.1Л2.3Л3. 1 Э1			
1.4	Индивидуальная расчетная работа /Ср/	1	37	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ПК- 1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ОПК -13-У1 ОПК- 12-У1 ОПК-11 -У1 ОПК-1-У1 ПК-3-У1 ОПК -6-У1	Л1.1Л2.3Л3. 1 Э1			
1.5	Требования к инженерным конструкциям и системам. Основные группы и свойства материалов. /Пр/	1	4	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ПК -1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ОПК -13-У1 ОПК- 12-У1 ОПК-11 -У1 ОПК-1-У1 ПК-3-У1 ОПК -6-У1	Л2.3 Э1			
1.6	Модификация металлических материалов. Объемные и поверхностные свойства. /Пр/	1	4	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ПК -1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ОПК -13-У1 ОПК- 12-У1 ОПК-11 -У1 ОПК-1-У1 ПК-3-У1 ОПК -6-У1	Л2.3 Э1			
	Раздел 2. Аттестация и свойства материалов.							
2.1	Методы характеристики объемных свойств материалов /Пр/	1	4	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ПК -1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ОПК -13-У1 ОПК- 12-У1 ОПК-11 -У1 ОПК-1-У1 ПК-3-У1 ОПК -6-У1	Л1.1Л2.3Л3. 1 Э1			
2.2	Методы характеристики поверхностных свойств материалов /Пр/	1	4	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ПК -1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ОПК -13-У1 ОПК- 12-У1 ОПК-11 -У1 ОПК-1-У1 ПК-3-У1 ОПК -6-У1	Л1.1Л2.1 Л2.3Л3.1 Э1			

2.3	Методы характеристики объемных свойств материалов /Пр/	1	5	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ПК -1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ОПК -13-У1 ОПК- 12-У1 ОПК-11 -У1 ОПК-1-У1 ПК-3-У1 ОПК -6-У1	Л2.3 Э1			
	Раздел 3. Неметаллические материалы							
3.1	Полимерные и керамические материалы /Пр/	1	4	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ПК -1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ОПК -13-У1 ОПК- 12-У1 ОПК-11 -У1 ОПК-1-У1 ПК-3-У1 ОПК -6-У1	Л1.1Л2.3Л3. 1 Э1			
3.2	Дизайн приборов и устройств для различных применений /Пр/	1	4	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ПК -1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ОПК -13-У1 ОПК- 12-У1 ОПК-11 -У1 ОПК-1-У1 ПК-3-У1 ОПК -6-У1	Л1.1Л2.3Л3. 1 Э1			
3.3	Реферат "применение материалов" /Ср/	1	20	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ПК- 1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ОПК -13-У1 ОПК- 12-У1 ОПК-11 -У1 ОПК-1-У1 ПК-3-У1 ОПК -6-У1	Л1.1Л2.3Л3. 1 Э1			
3.4	Полимерные и керамические материалы /Пр/	1	4	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ПК -1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ОПК -13-У1 ОПК- 12-У1 ОПК-11 -У1 ОПК-1-У1 ПК-3-У1 ОПК -6-У1	Л2.3 Э1		КМ1	
	Раздел 4. Применение материалов							
4.1	Выбор оптимальных направлений применения новых материалов. /Пр/	1	4	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ПК -1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ОПК -13-У1 ОПК- 12-У1 ОПК-11 -У1 ОПК-1-У1 ПК-3-У1 ОПК -6-У1	Л1.1Л2.3Л3. 1 Э1			Р1

4.2	Стандартизация и контроль качества. Перспективы развития. /Пр/	1	4	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ОПК-13-У1 ОПК-12-У1 ОПК-11-У1 ОПК-1-У1 ПК-3-У1 ОПК-6-У1	Л1.1 Л1.2Л2.3Л3. 1 Э1			
4.3	Реферат "Материалы. Современные тренды и перспектива развития" /Ср/	1	36	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ОПК-13-У1 ОПК-12-У1 ОПК-11-У1 ОПК-1-У1 ПК-3-У1 ОПК-6-У1	Л1.1Л2.3Л3. 1 Э1			
4.4	Выбор оптимальных направлений применения новых материалов. /Пр/	1	4	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ОПК-13-У1 ОПК-12-У1 ОПК-11-У1 ОПК-1-У1 ПК-3-У1 ОПК-6-У1	Л2.3 Э1		КМ2	Р2

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
КМ1	Homework 1 To construct an Ashby's Chart	ОПК-13-У1;ОПК-12-У1;ОПК-11-У1;ОПК-6-У1;ОПК-5-31;ОПК-5-У1;ОПК-5-В1;ОПК-1-У1;ПК-1-У1;ПК-3-У1;ПК-2-У1;ПК-1-В1	Построить диаграмму Эшби для заданной пары свойств и группы материалов. Выполнить работу с использованием ПО CES Edu Pack 2013. Получить профиль материалов с экстремальными значениями свойств.
КМ2	Homework 2 Translation of technical problem for performance index deduction	ОПК-13-У1;ОПК-12-У1;ОПК-11-У1;ОПК-6-У1;ОПК-5-31;ОПК-5-У1;ОПК-5-В1;ОПК-1-У1;ПК-1-У1;ПК-2-У1;ПК-3-У1;ПК-1-В1	Построить концептуальную модель элемента – обозначить действующие силы, потоки тепла, градиенты температуры, способы соединения с другими элементами. Выявить функцию, указать жесткие и компромиссные ограничения, определить цель выбора материала при конструировании и свободные переменные. Вывести индекс функциональности материала.

5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)

Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
Р1	Homework 3 Screening, ranking and documentation for Materials Selection	ОПК-13-У1;ОПК-11-У1;ОПК-6-У1;ОПК-12-У1;ОПК-5-31;ОПК-5-У1;ОПК-5-В1;ОПК-1-У1;ПК-1-У1;ПК-1-В1;ПК-2-У1;ПК-3-У1	Выполнить работу с использованием ПО CES Edu Pack 2013. Осуществить отсеечение неприемлемых решений, ранжирование приемлемых решений по индексу функциональности и дальнейший анализ полученных решений с точки зрения технологичности

P2	Homework 4 To construct a Pareto Chart and surface	ОПК-5-31;ОПК-5-У1;ОПК-5-В1;ОПК-1-У1;ПК-1-У1;ПК-2-У1;ПК-1-В1;ПК-3-У1	Построить диаграмму и поверхность Парето для заданного свойства и цены для заданного технического устройства. Выполнить работу с использованием ПО MS Excell и данных Yandex Market. Получить оптимальный материал для одной из обменных констант.
----	--	---	--

5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

Пример экзаменационного билета:

1 На основе расчетов выполненных в семестре (по выбору)

1. Постройте диаграмму А.М. Эшби в соответствии с задачей, например, предел текучести в зависимости от плотности
2. Переведите техническую проблему в поле: функция-цель-ограничения - свободная переменная. Выведите индекс производительности.
3. Продемонстрируйте решение проблемы выбора материалов для поставленной задачи.
4. Оцените скорость внедрения данного материала.

5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Шкала оценивания знаний обучающихся на экзамене:

Оценка «отлично» - обучающийся показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, уверенно действует по применению полученных знаний на практике, грамотно и логически стройно излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала, знает дополнительно рекомендованную литературу.

Оценка «хорошо» - обучающийся показывает твердые и достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильно действует по применению знаний на практике, четко излагает материал.

Оценка «удовлетворительно» - обучающийся показывает знания в объеме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, но уверенно исправляемыми после дополнительных и наводящих вопросов, правильно действует по применению знаний на практике;

Оценка «неудовлетворительно» - обучающийся допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, дает неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы.

Оценка «не явка» – обучающийся на экзамен не явился.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Новиков А. А., Негров Д. А., Путинцев В. Ю., Мулюкова А. Р.	Биофизика и биоматериалы: механика: учебное пособие	Электронная библиотека	Омск: Омский государственный технический университет (ОмГТУ), 2017
Л1.2	Тартаковский Д. Ф., Ястребов А. С.	Метрология, стандартизация и технические средства измерений: Учебник для студ. вузов	Библиотека МИСиС	М.: Высш. шк., 2002
Л1.3	Бокштейн Б. С., Менделев М. И., Похвиснев Ю. В.	Физическая химия: термодинамика и кинетика: учебник	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2012

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Жуховицкий А. А., Шварцман Л. А.	Физическая химия: Учебник для студ. металлург. спец. вузов	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1987
Л2.2	Бокштейн Б. С., Ярославцев А. Б.	Диффузия атомов и ионов в твердых телах	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2005
Л2.3	Львов В. А.	Практикум по проектированию 3D-моделей изделий медицинского назначения (медико- инженерное направление) (N 4299): метод. указания	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2020

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
ЛЗ.1	Терзиан Т. В.	Физическая и коллоидная химия: учебное пособие	Электронная библиотека	Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2012

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	ИНТУИТ (национальный открытый университет)	http://www.intuit.ru
----	--	---

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Microsoft Office
П.2	MS Teams
П.3	Лицензии ПО Windows Server CAL ALNG LicSAPk MVL DvcCAL, ПО WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr и PerUsr
П.4	ESET NOD32 Antivirus
П.5	CES EDUPack
П.6	LMS Canvas
П.7	Консультант Плюс
П.8	Microsoft Excel

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	УНИВЕРСАРИУМ (открытая система электронного образования)	https://universarium.org
-----	--	---

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
Любой корпус Учебная аудитория	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	доска, комплект учебной мебели на 30 посадочных мест
Холл библиотеки (Б)		25 компьютеров, комплект специализированной мебели
А-311	Компьютерный класс	комплект учебной мебели на 15 рабочих мест, оснащенных компьютерами с подключением к сети «Интернет»(14 шт) и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, доска, проектор

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Проведение практических занятий осуществляется в аудиториях, обеспеченных мультимедийным оборудованием, с возможностью показа презентаций.

Проведение аудиторных занятий предусматривает использование в учебном курсе активных и интерактивных технологий: проведение лекций с использованием интерактивных и мультимедийных технологий (презентация в формате MS PowerPoint); использование при проведении занятий активных форм обучения.

Дисциплина требует значительного объема самостоятельной работы. Отдельные учебные вопросы выносятся на самостоятельную проработку и контролируются посредством текущей аттестации. Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей и рубежной аттестации.

По курсу предусмотрен экзамен.

Материалы курса (презентации к занятиям и др.) выложены в системе LMS Canvas.

Рекомендуется также использовать дополнительную литературу

- Biomaterials: The Intersection of Biology and Materials Science, Prentice Hall, 2008.
- Biomaterials: An introduction. Park J, Lakes RS (Eds) 3rd edition. Springer, 2007.
- Design of biomedical devices and systems. King PH, Fries RC (Eds) Marcel Dekker, 2003.
- Biomaterials Science (An Introduction to Materials in Medecine), Eds. B.D. Ratner, A.S. Hoffman, F.J. Schoen and J.E. Lemons, Elsevier Academic Press, 2nd edition, 2004
- An Introduction to Tissue Biomaterial Interactions. Eds. K.C. Dee, D.A. Puleo, R. Bizios, WileyLiss, 2003.