

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 12.07.2021 15:42:42  
Уникальный программный ключ:  
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет)»

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной  
и методической работе  
\_\_\_\_\_ Б.В. Пекаревский  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2016 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**ЭФИРЫ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ**  
(Начало подготовки 2017 год)

Направление подготовки  
**18.00.00 Химические технологии**

Специальность  
**18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий**  
Специализация № 2

**Химическая технология полимерных композиций, порохов и  
твёрдых ракетных топлив**

Квалификация

**Инженер**

Форма обучения

**Очная**

Факультет **инженерно-технологический**  
Кафедра **химии и технологии высокомолекулярных соединений**

Санкт-Петербург

2016

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Доцент		Бердонос Д. Ю.

Рабочая программа дисциплины «Эфиры целлюлозы» обсуждена на заседании кафедры химии и технологии высокомолекулярных соединений  
протокол от «\_\_» \_\_\_\_\_ 2016 № \_\_\_\_.

Заведующий кафедрой

М.А. Ищенко

Одобрено учебно-методической комиссией факультета инженерно-технологического  
протокол от «\_\_» \_\_\_\_\_ 2016 № \_\_\_\_.

Председатель

В.В. Прояев

## СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления		В.В. Самонин
Директор библиотеки		Т.Н. Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т.И. Богданова
Начальник УМУ		С.Н. Денисенко

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .....	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы .....	5
3. Объем дисциплины.....	6
4. Содержание дисциплины.....	6
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий .....	6
4.2. Занятия лекционного типа .....	7
4.3. Занятия семинарского типа .....	11
4.3.1. Семинары, практические занятия .....	11
4.3.2. Лабораторные занятия .....	11
4.4. Самостоятельная работа обучающихся.....	12
4.4.1. Темы рефератов .....	12
4.4.2. Темы творческих заданий.....	12
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	12
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации .....	12
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.....	13
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины .....	14
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	14
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине .....	15
10.1. Информационные технологии.....	15
10.2. Программное обеспечение.....	15
10.3. Информационные справочные системы.....	15
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине .....	15
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья .....	15
Приложения: 1 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	17

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы специалитета обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

<i>Коды компетенции</i>	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
<b>ОПК-2</b>	способностью профессионально использовать современное технологическое и аналитическое оборудование, способностью к проведению научного исследования и анализу полученных при его проведении результатов	<p><b>Знать:</b> физико-химические основы получения эфиров целлюлозы.</p> <p><b>Уметь:</b> проводить обоснованный выбор соотношения компонентов при синтезе эфиров целлюлозы для обеспечения заданных характеристик; синтезировать эфиры целлюлозы; анализировать взаимосвязь между параметрами процесса получения эфиров целлюлозы и их свойствами.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками управления процессом получения эфиров целлюлозы с целью регулирования свойств продукта.</p>
<b>ПК-1</b>	способностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для контроля его основных параметров, свойств сырья и готовой продукции	<p><b>Знать:</b> источники сырья для производства целлюлозы и виды целлюлозы, используемые в производстве эфиров целлюлозы; прочие компоненты (сырье) и их назначение, используемые при производстве целлюлозы и эфиров целлюлозы; принципы построение технологических схем получения целлюлозы и эфиров целлюлозы.</p> <p><b>Уметь:</b> определять основные параметры, оказывающие влияние на процессы получения целлюлозы и эфиров целлюлозы.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками использования современных технических средств контроля за технологическими процессами получения целлюлозы</p>

Коды компетенции	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
<b>ПК-10</b>	способностью изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований	и эфиров целлюлозы. <b>Знать:</b> основные положения науки о полимерах; строение и физико-химические свойства целлюлозы и эфиров целлюлозы. <b>Уметь:</b> работать с научной и технической литературой в области химии и технологии целлюлозы и эфиров целлюлозы; прогнозировать химические и физические свойства природных и искусственных полимеров. <b>Владеть:</b> навыками использования современных технических средств для получения научно-технической информации в области химии целлюлозы и эфиров целлюлозы.
<b>ПСК-2.4</b>	готовностью проводить стандартные и сертификационные испытания порохов, твердых ракетных топлив, полимерных композиционных материалов и изделий на их основе	<b>Знать:</b> методы анализа целлюлозы и эфиров целлюлозы. <b>Уметь:</b> проводить в лабораторных условиях анализ целлюлозы и эфиров целлюлозы. <b>Владеть:</b> навыками проведения испытаний различных физико-химических характеристик полимеров.

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к базовой части к дисциплинам по выбору (Б1.В.ДВ.6.2) и изучается на 3 курсе в 6 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин:

«Математика», «Физика», «Органическая химия», «Механика», «Физическая химия», «Аналитическая химия», «Физико-химические методы анализа».

Полученные в процессе изучения дисциплины «Эфиры целлюлозы» знания, умения и навыки могут быть использованы в научно-исследовательской работе специалиста и при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. Объем дисциплины

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Очная форма обучения
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/ академических часов)	4 / 144
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>76</b>
занятия лекционного типа	36
занятия семинарского типа, в т.ч.	36
семинары, практические занятия	—
лабораторные работы	36
курсовое проектирование (КР или КП)	—
КСР	4
другие виды контактной работы	—
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>68</b>
<b>Форма текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе, КР, КП)	—
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (зачет, экзамен)	зачет

### 4. Содержание дисциплины.

#### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, акад. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы		
1	Целлюлоза для химической переработки	12	—	8	22	ПК-1, ПК-10, ПСК-2.4
2	Простые эфиры целлюлозы	12	—	20	22	ОПК-2, ПК-1, ПК-10, ПСК-2.4

3	Сложные эфиры целлюлозы	12	—	8	24	ОПК-2, ПК-1, ПК-10, ПСК-2.4
---	-------------------------	----	---	---	----	--------------------------------------

#### 4.2. Занятия лекционного типа

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<p><u>Целлюлоза для химической переработки</u></p> <p>Общие сведения о целлюлозе. Природные источники получения целлюлозы. Древесная и хлопковая целлюлоза. Эфиры целлюлозы. Значение целлюлозы и ее эфиров в народном хозяйстве страны.</p> <p>Химический состав целлюлозы. Углеводы. Строение элементарного звена макромолекулы целлюлозы. Глюкозидное звено. Связь элементарных звеньев между собой. Внутримолекулярные и межмолекулярные связи в целлюлозе и ее эфирах. Концевые звенья в макромолекуле целлюлозы. Наличие других элементарных звеньев в препаратах целлюлозы. Идеальная и реальная макромолекула. Надмолекулярные структуры целлюлозы и ее эфиров. Фазовое состояние целлюлозы и ее эфиров. Кристаллические модификации целлюлозы. Конформационные и конфигурационные свойства целлюлозы и ее производных. Структурная неоднородность целлюлозы: зависимость от вида сырья и способов выделения, практическое значение при получении эфиров из различного целлюлозного сырья. Методы структурной модификации целлюлозы (измельчение, активация, гидролиз, инклюдирование).</p> <p>Физико-химические свойства целлюлозы и ее эфиров. Зависимость плотности целлюлозы и ее эфиров от степени упорядоченности структуры и степени этерификации эфиров. Внутренняя поверхность целлюлозы. Гигроскопичность целлюлозы и ее зависимость от различных факторов. Влага в целлюлозе, ее роль в реакциях этерификации. Набухание и растворение целлюлозы и ее эфиров. Свойства растворов. Степень этерификации и растворимость эфиров целлюлозы. Смешанные растворители. Пластификация эфиров</p>	12	Слайд-презентация

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Иновационная форма
	<p>целлюлозы. Молекулярная масса целлюлозы и ее эфиров. Физические и химические методы определения молекулярной массы целлюлозы и ее эфиров. Полидисперсность целлюлозы и ее эфиров, зависимость от характера сырья и режимов изготовления. Содержание низкомолекулярных и высокомолекулярных фракций, их влияние на свойства. Химическая неоднородность эфиров целлюлозы. Вязкость растворов целлюлозы и ее эфиров. Ее зависимость от различных факторов, методы определения. Механические свойства изделий из целлюлозы и ее эфиров, их связь со средней молекулярной массой и надмолекулярной структурой.</p> <p>Химические свойства целлюлозы. Реакционная способность целлюлозы. Типы реакций целлюлозы. Гетерогенные и гомогенные реакции. Топохимические макроскопические реакции. Зависимость их скорости от скорости диффузии реагентов. Действие щелочей на целлюлозу. Альфа-целлюлоза и ее определение. Действие кислот на целлюлозу, влияние вида, концентрации кислоты, условий обработки. Гидролиз целлюлозы, зависимость от различных факторов. Свойства гидролизованных целлюлоз. Действие окислителей на целлюлозу. Зависимость от вида реагента, времени окисления, температуры. Химизм процесса, избирательное окисление. Свойства окисленных целлюлоз. Действие восстановителей на целлюлозу. Действие света и тепла на целлюлозу. Деструкция макромолекулы целлюлозы.</p> <p>Общие представления об этерификации целлюлозы в гетерогенной среде. Реакционная способность гидроксильных групп в целлюлозе.</p>		
2	<p><u>Простые эфиры целлюлозы</u></p> <p>Общая классификация. Основные способы получения.</p> <p>Щелочная обработка целлюлозы. Мерсеризация. Изменение структуры и свойств целлюлозы при щелочной обработке. Химическая структура щелочной целлюлозы. Набухание целлюлозы. Кристаллическая структура щелочной целлюлозы. Изменение молекулярного веса целлюлозы. Способы</p>	12	Слайд-презентация

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Иновационная форма
	<p>получения щелочной целлюлозы. Периодический и непрерывный способ. Метилцеллюлоза. Механизм метилирования. Особенности получения водорастворимой метилцеллюлозы и монометилцеллюлозы. Способы производства. Свойства и применение метилцеллюлозы. Анализ метилцеллюлозы. Определение вязкости и растворимости метилцеллюлозы в воде. Определение содержания метоксильных групп. Этилцеллюлоза. Механизм этилирования. Способы производства. Гетерогенный и гомогенный способы производства. Бензольный и безбензольный процессы. Свойства и применение этилцеллюлозы. Анализ этилцеллюлозы. Определение степени замещения в этилцеллюлозе. Оксиэтилцеллюлоза. Механизм получения оксиэтилцеллюлозы. Способы получения. Особенности получения щелочерастворимой и водорастворимой оксиэтилцеллюлозы. Свойства и применение. Анализ оксиэтилцеллюлозы. Определение растворимости. Оксипропилцеллюлоза. Схема получения. Бензилцеллюлоза. Получение, свойства и анализ бензилцеллюлозы. Цианэтилцеллюлоза. Общие закономерности цианэтилирования. Получение высоко- и низкозамещенной цианэтилцеллюлозы. Свойства и применение цианэтилцеллюлозы. Глицериновые эфиры целлюлозы. Методы получения. Особенности получения низкозамещенных и термопластичных эфиров. Свойства, применение и анализ глицериновых эфиров целлюлозы. Карбоксиметилцеллюлоза. Общие закономерности процесса получения. Способы производства. Получение очищенной карбоксиметилцеллюлозы. Свойства и применение. Смешанные эфиры целлюлозы. Общие особенности получения. Этилметилцеллюлоза. Этилоксиэтилцеллюлоза. Оксиэтилэтилцеллюлоза. Метилоксиэтилцеллюлоза.</p>		

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Иновационная форма
	Оксипропилметилцеллюлоза. Другие смешанные эфиры целлюлозы. Свойства и применение.		
3	<p><b>Сложные эфиры целлюлозы</b></p> <p>Активация целлюлозы. Назначение. Способы проведения.</p> <p>Ацетаты целлюлозы. Общие закономерности ацетилирования целлюлозы. Стадии процесса. Катализаторы процесса. Способы проведения процесса ацетилирования. Гетерогенный и гомогенный способы. Периодический и непрерывный процесс. Получения вторичных ацетатов. Гидролиз триацетатов целлюлозы. Стабилизация ацетатов целлюлозы. Свойства и применение ацетатов целлюлозы. Анализ ацетатов целлюлозы. Определение связанной уксусной кислоты и вязкости растворов ацетатов целлюлозы.</p> <p>Валераты целлюлозы. Схема получения, свойства и применение.</p> <p>Смешанные сложные эфиры целлюлозы. Общие закономерности получения. Ацетобутираты, ацетопропионаты и ацетофталаты целлюлозы. Свойства и применение.</p> <p>Ксантогенаты целлюлозы и получение вискозного волокна. Стадии процесса. Мерсеризация, измельчение, предсозревание, ксантогенирование, созревание, формование. Назначение операций.</p> <p>Сульфаты целлюлозы. Методы получения. Способы производства. Свойства и применение сульфатов целлюлозы.</p> <p>Нитраты целлюлозы. Общие представления о нитратах целлюлозы. Применение. Классификация. Способы выражения степени этерификации.</p> <p>Макромолекула нитроцеллюлозы. Строение макромолекулы. Надмолекулярные структуры. Кристалличность. Молекулярная масса. Методы ее определения.</p> <p>Гигроскопичность нитратов целлюлозы, ее зависимость от различных факторов. Набухание и растворение нитратов целлюлозы. Растворители и пластификаторы нитратов целлюлозы. Подбор растворителей. Степень этерификации и растворимость. Смешанные растворители. Пластификация нитратов целлюлозы.</p>	12	Слайд-презентация

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Иновационная форма
	<p>Химические свойства нитратов целлюлозы. Действие кислот на нитраты целлюлозы. Действие щелочей и оснований на нитраты целлюлозы. Действие окислителей и восстановителей на нитраты целлюлозы.</p> <p>Химическая стойкость нитратов целлюлозы.</p> <p>Требования технических условий к различным видам нитратов целлюлозы.</p> <p>Способы проведения процесса нитрования целлюлозы. Факторы, влияющие на процесс нитрования и качество нитратов целлюлозы.</p> <p>Современные теории нитрующих смесей.</p> <p>Побочные процессы при нитровании. Окислительные и гидролитические процессы. Роль окислов азота. Процессы, проходящие при вытеснении отработанных кислотных смесей. Процессы денитрации.</p> <p>Стабилизация нитратов целлюлозы. Примеси вызывающие нестойкость нитратов целлюлозы и методы их удаления. Пути ускорения процесса стабилизации. Измельчение волокна нитратов целлюлозы.</p> <p>Анализ основных показателей нитратов целлюлозы.</p>		

### 4.3. Занятия семинарского типа

#### 4.3.1. Семинары, практические занятия

*Учебным планом не предусмотрены.*

#### 4.3.2. Лабораторные занятия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Примечание
1	<u>Целлюлоза для химической переработки</u> Определение свойств исходной целлюлозы	8	
2	<u>Простые эфиры целлюлозы</u> Получение и анализ метилцеллюлозы	8	
2	<u>Простые эфиры целлюлозы</u> Получение и анализ этилцеллюлозы	6	
2	<u>Простые эфиры целлюлозы</u> Получение карбоксиметилцеллюлозы	6	

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Примечание
3	<u>Сложные эфиры целлюлозы</u> Получение и анализ ацетатов целлюлозы	8	

#### 4.4. Самостоятельная работа обучающихся

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Альтернативные виды целлюлозного сырья и возможность их использования для получения целлюлозы для химической переработки	22	Устный опрос № 1
2	Варьирование свойств простых эфиров целлюлозы путем получения различных смешанных эфиров целлюлозы.	22	Устный опрос № 2
3	Традиционные и альтернативные методы получения сложных эфиров целлюлозы.	24	Устный опрос № 3

##### 4.4.1. Темы рефератов

*Учебным планом не предусмотрены.*

##### 4.4.2. Темы творческих заданий

*Учебным планом не предусмотрены.*

#### 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1 Бердоносков, Д. Ю. Строение и физико-химические свойства целлюлозы : учебное пособие / Д. Ю. Бердоносков, Г. Я. Гуменюк. – СПб. : СПбГТИ(ТУ), 2015. – 77 с.

2 Бердоносков, Д. Ю. Анализ, свойства и реакции целлюлозы : методические указания к лабораторным работам / Д. Ю. Бердоносков, Г. Я. Гуменюк. – СПб. : СПбГТИ(ТУ), 2014. – 56 с.

3 Галицкая, И. М. Методы получения, анализа и испытаний НЦ : лаб. практикум / И. М. Галицкая, В. П. Дубина, С. И. Шидяков. – М. : ЦНИИНТИ, 1990. – 148 с.

#### 6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Своевременное выполнение обучающимся мероприятий текущего контроля позволяет превысить (достигнуть) пороговый уровень («удовлетворительно») освоения предусмотренных элементов компетенций.

Результаты дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций превышен (достигнут) пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета.

К сдаче зачета допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля.

Зачет предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуется вопросами (заданиями) двух видов: теоретический вопрос (для проверки знаний) и комплексная задача (для проверки умений и навыков).

При сдаче зачета студент получает три вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу – до 30 мин.

Пример варианта вопросов на зачете:

#### Вариант № 1

1. Химическая неоднородность эфиров целлюлозы.
2. Ацетаты целлюлозы. Общие закономерности ацетилирования целлюлозы.
3. Написать реакцию образования оксипропилцеллюлозы.

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1.

### **7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

#### **а) основная литература:**

- 1 Бердоносков, Д. Ю. Анализ, свойства и реакции целлюлозы : методические указания к лабораторным работам / Д. Ю. Бердоносков, Г. Я. Гуменюк. – СПб. : СПбГТИ(ТУ), 2014. – 56 с.
- 2 Бердоносков, Д. Ю. Строение и физико-химические свойства целлюлозы : учебное пособие / Д. Ю. Бердоносков, Г. Я. Гуменюк. – СПб. : СПбГТИ(ТУ), 2015. – 77 с.
- 3 Химия и физика полимеров : учебное пособие / Н. Г. Кузина [и др.]. – СПб. : СПбГТИ(ТУ), 2009. – 123 с.

#### **б) дополнительная литература:**

- 4 Кулезнев, В. Н. Химия и физика полимеров : учебник для вузов / В. Н. Кулезнев, В. А. Шершнева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Колос С, 2007. – 367 с.

#### **в) вспомогательная литература:**

- 5 Коваленко, В. И. Структурно-кинетические особенности получения и термодеструкции нитратов целлюлозы / В. И. Коваленко, В. Ф. Сопин, Г. М. Храпковский ; РАН, Казан. науч. центр. Ин-т орган. и физ. химии им. А. Е. Арбузова. – М. : Наука, 2005. – 213 с.
- 6 Жегров, Е. Ф. Химия и технология баллистических порохов, твердых ракетных и специальных топлив. т. 2 Технология : монография / Е. Ф. Жегров, Ю. М. Милехин, Е. В. Берковская. – М. : РИЦ МГУП им. Федорова, 2011. – 551 с.
- 7 Тагер, А. А. Физико-химия полимеров / А. А. Тагер. – М. : Научный мир, 2007. – 573 с.
- 8 Семчиков, Ю. Д. Высокомолекулярные соединения : учебник для вузов / Ю. Д. Семчиков. – М. : Издательский центр «Академия», 2006. – 367 с.
- 9 Жегров, Е. Ф. Технология порохов и твердых ракетных топлив в приложении к конверсионным программам : научное издание / Е. Ф. Жегров, Ю. М. Милехин, Е. В. Берковская ; ФГУП "Федер. центр двойн. технологий "Союз". – М. : Архитектура-С, 2006. – 391 с.
- 10 Целлюлоза, сложные эфиры целлюлозы и пластические массы на их основе /

- В. И. Манушин [и др.]. – Владимир : изд-во НПО Полимерсинтез, 2002. – 108 с.
- 11 Косточко, А. В. Специальные полимеры и композиции : Избранные статьи / А. В. Косточко. – Казань : Матбугат йорты, 1999. – 222 с.
- 12 Роговин, З. А. Химия целлюлозы / З. А. Роговин. – М. : Химия, 1972. – 432 с.
- 13 Забелин, Л. В. Хлопковая целлюлоза : учеб. пособие / Л. В. Забелин, А. П. Закошиков, В. К. Постников. – М. : ЦНИИНТИ, 1976. – 280 с.
- 14 Бытенский, В. Я. Производство эфиров целлюлозы / В. Я. Бытенский, Е. П. Кузнецова. – Л. : Химия, 1974. – 208 с.
- 15 Гиндич, В. И. Производство нитратов целлюлозы. Технология и оборудование / В. И. Гиндич, Л. В. Забелин, Г. Н. Марченко. – М. : ЦНИИНТИ, 1984. – 359 с.
- 16 Галицкая, И. М. Методы получения, анализа и испытаний НЦ : лаб. практикум / И. М. Галицкая, В. П. Дубина, С. И. Шидяков. – М. : ЦНИИНТИ, 1990. – 148 с.
- 17 Гуменюк, Г. Я. Целлюлоза и ее эфиры : методические указания к лабораторному практикуму / Г. Я. Гуменюк. – СПб. : СПбГТИ(ТУ), 1996. – 36 с.
- 18 Азотнокислые эфиры целлюлозы : лабораторное руководство к студенческому практикуму. / ЛТИ им. Ленсовета ; под ред. М. Е. Дынькина. – Л. : ЛТИ, 1965. – 57 с.
- 19 Целлюлоза и ее производные : т. 1 / Под ред. Н. Байклза, Л. Сегала, Пер. с англ. под ред. З. А. Роговина. – М. : Мир, 1974. – 499 с.
- 20 Целлюлоза и ее производные : т. 2 / Под ред. Н. Байклза, Л. Сегала, Пер. с англ. под ред. З. А. Роговина. – М. : Мир, 1974. – 510 с.
- 21 Коваленко, В. И. Строение, синтез и термическое разложение нитратов целлюлозы : монография / В. И. Коваленко, Г. Н. Марченко, Г. М. Храпковский, А. Г. Шамов. – М. : КДУ, 2012. – 396 с.
- 22 Сарыбаева, Р. И. Химия азотнокислых эфиров целлюлозы / Р. И. Сарыбаева, Л. С. Щелохова ; АН КиргССР. Ин-т орган. химии. – Фрунзе : Илим, 1985. – 164 с.
- 23 Закошиков, А. П. Нитроцеллюлоза : научное издание / А. П. Закошиков. – М. : Оборонгиз, 1950. – 371 с.
- 24 Азаров, В. И. Химия древесины и синтетических полимеров: учебник для вузов / В. И. Азаров, А. В. Буров, А. В. Оболенская. – СПб. : СПбЛТА, 1999. – 628 с.

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

Учебный план, РПД и учебно-методические материалы – доступ с использованием ресурсов сети «Интернет» не предусматривается;

электронно-библиотечные системы:

«Электронный читальный зал – БиблиоТех» <https://technolog.bibliotech.ru/>;

«Лань» <https://e.lanbook.com/books/>;

ФГБУ «Библиотеки РАН» ([www.rasl.ru](http://www.rasl.ru))

ФГБУ «Российской национальной библиотеки» ([www.nlr.ru](http://www.nlr.ru))

ФГБУ «Федеральный институт промышленной собственности» ([www1.fips.ru](http://www1.fips.ru))

ФБГУН «ВИНИТИ РАН» ([www2.viniti.ru](http://www2.viniti.ru))

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Все виды занятий по дисциплине «Эфиры целлюлозы» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТО СПбГТИ 020-2011. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лабораторные занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТО СПбГТИ 018-2014. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов являются:

- плановость в организации учебной работы;
- серьезное отношение к изучению материала;
- постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходиться, имея багаж знаний и вопросов по уже изученному материалу.

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

### **10.1. Информационные технологии**

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

- чтение лекций и ведение семинарских занятий с использованием слайд-презентаций;
- взаимодействие с обучающимися посредством электронной почты.

### **10.2. Программное обеспечение**

Microsoft Office (Microsoft Word, Microsoft Excel, Microsoft PowerPoint)  
ACD/Labs (Freeware)

### **10.3. Информационные справочные системы**

Поисковая система «Яндекс» ([www.yandex.ru](http://www.yandex.ru))

## **11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Дисциплина «Эфиры целлюлозы» обеспечена необходимой учебной, учебно-методической и справочной литературой, предоставляемой кафедрой ХТ ВМС. При чтении лекций по дисциплине используются презентации, слайды, рисунки и схемы, представляемые с помощью мультимедийного проектора.

Лекционная аудитория оснащена мультимедийной системой с комплектом презентаций.

Лабораторный практикум проводится в специально оборудованной лаборатории.

## **12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья**

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебный процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для

обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ),  
утвержденным ректором 28.08.2014.

**Фонд оценочных средств  
для проведения промежуточной аттестации  
по дисциплине «Эфиры целлюлозы»**

**1. Перечень компетенций и этапов их формирования**

<b>Компетенции</b>		
<b>Индекс</b>	<b>Формулировка</b>	<b>Этап формирования</b>
<b>ОПК-2</b>	способностью профессионально использовать современное технологическое и аналитическое оборудование, <b>способностью к проведению научного исследования и анализу полученных при его проведении результатов</b>	промежуточный
<b>ПК-1</b>	<b>способностью</b> осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и <b>использовать технические средства для контроля его основных параметров, свойств сырья и готовой продукции</b>	промежуточный
<b>ПК-10</b>	способностью изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований	промежуточный
<b>ПСК-2.4</b>	<b>готовностью проводить стандартные</b> и сертификационные <b>испытания</b> порохов, твердых ракетных топлив, <b>полимерных композиционных материалов</b> и изделий на их основе	промежуточный

**2 Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания**

<b>Показатели оценки результатов освоения дисциплины</b>	<b>Планируемые результаты</b>	<b>Критерий оценивания</b>	<b>Компетенции</b>
Освоение раздела № 1	Знает источники сырья для производства целлюлозы и виды целлюлозы, используемые в производстве эфиров целлюлозы; прочие компоненты (сырье) и их назначение, используемые при производстве целлюлозы и эфиров целлюлозы; принципы построение технологических схем получения целлюлозы и эфиров целлюлозы. Умеет определять основные параметры, оказывающие влияние на процессы получения целлюлозы и эфиров целлюлозы. Владеет навыками использования современных	Правильные ответы на вопросы № 1 - 4 к зачету	ПК-1

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
	<p>технических средств контроля за технологическими процессами получения целлюлозы и эфиров целлюлозы.</p>		
	<p>Знает основные положения науки о полимерах; строение и физико-химические свойства целлюлозы и эфиров целлюлозы. Умеет работать с научной и технической литературой в области химии и технологии целлюлозы и эфиров целлюлозы; прогнозировать химические и физические свойства природных и искусственных полимеров. Владеет навыками использования современных технических средств для получения научно-технической информации в области химии целлюлозы и эфиров целлюлозы.</p>	<p>Правильные ответы на вопросы № 30 - 47 к зачету</p>	<p>ПК-10</p>
	<p>Знает методы анализа целлюлозы и эфиров целлюлозы. Умеет проводить в лабораторных условиях анализ целлюлозы и эфиров целлюлозы. Владеет навыками проведения испытаний различных физико-химических характеристик полимеров.</p>	<p>Правильные ответы на вопросы № 70 - 74 к зачету</p>	<p>ПСК-2.4</p>
<p>Освоение раздела № 2</p>	<p>Знает физико-химические основы получения эфиров целлюлозы. Умеет проводить обоснованный выбор соотношения компонентов при синтезе эфиров целлюлозы для обеспечения заданных характеристик; синтезировать эфиры целлюлозы; анализировать взаимосвязь между параметрами процесса получения эфиров целлюлозы и их свойствами. Владеет навыками управления процессом получения эфиров целлюлозы с целью</p>	<p>Правильные ответы на вопросы № 82 - 86 к зачету</p>	<p>ОПК-2</p>

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
	регулирования свойств продукта.		
	<p>Знает источники сырья для производства целлюлозы и виды целлюлозы, используемые в производстве эфиров целлюлозы; прочие компоненты (сырье) и их назначение, используемые при производстве целлюлозы и эфиров целлюлозы;</p> <p>принципы построение технологических схем получения целлюлозы и эфиров целлюлозы.</p> <p>Умеет определять основные параметры, оказывающие влияние на процессы получения целлюлозы и эфиров целлюлозы.</p> <p>Владеет навыками использования современных технических средств контроля за технологическими процессами получения целлюлозы и эфиров целлюлозы.</p>	Правильные ответы на вопросы № 1 - 13 к зачету	ПК-1
	<p>Знает основные положения науки о полимерах; строение и физико-химические свойства целлюлозы и эфиров целлюлозы.</p> <p>Умеет работать с научной и технической литературой в области химии и технологии целлюлозы и эфиров целлюлозы; прогнозировать химические и физические свойства природных и искусственных полимеров.</p> <p>Владеет навыками использования современных технических средств для получения научно-технической информации в области химии целлюлозы и эфиров целлюлозы.</p>	Правильные ответы на вопросы № 48 - 54 к зачету	ПК-10
	<p>Знает методы анализа целлюлозы и эфиров целлюлозы.</p> <p>Умеет проводить в лабораторных условиях анализ целлюлозы и эфиров целлюлозы.</p> <p>Владеет навыками проведения испытаний различных физико-</p>	Правильные ответы на вопросы № 75 - 77 к зачету	ПСК-2.4

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
	химических характеристик полимеров.		
Освоение раздела № 3	<p>Знает физико-химические основы получения эфиров целлюлозы.</p> <p>Умеет проводить обоснованный выбор соотношения компонентов при синтезе эфиров целлюлозы для обеспечения заданных характеристик;</p> <p>синтезировать эфиры целлюлозы;</p> <p>анализировать взаимосвязь между параметрами процесса получения эфиров целлюлозы и их свойствами.</p> <p>Владеет навыками управления процессом получения эфиров целлюлозы с целью регулирования свойств продукта.</p>	Правильные ответы на вопросы № 89 - 98 к зачету	ОПК-2
	<p>Знает источники сырья для производства целлюлозы и виды целлюлозы, используемые в производстве эфиров целлюлозы; прочие компоненты (сырье) и их назначение, используемые при производстве целлюлозы и эфиров целлюлозы;</p> <p>принципы построение технологических схем получения целлюлозы и эфиров целлюлозы.</p> <p>Умеет определять основные параметры, оказывающие влияние на процессы получения целлюлозы и эфиров целлюлозы.</p> <p>Владеет навыками использования современных технических средств контроля за технологическими процессами получения целлюлозы и эфиров целлюлозы.</p>	Правильные ответы на вопросы № 14 - 29 к зачету	ПК-1
	<p>Знает основные положения науки о полимерах;</p> <p>строение и физико-химические свойства целлюлозы и эфиров целлюлозы.</p> <p>Умеет работать с научной и технической литературой в</p>	Правильные ответы на вопросы № 55 - 69 к зачету	ПК-10

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
	области химии и технологии целлюлозы и эфиров целлюлозы; прогнозировать химические и физические свойства природных и искусственных полимеров. Владеет навыками использования современных технических средств для получения научно-технической информации в области химии целлюлозы и эфиров целлюлозы.		
	Знает методы анализа целлюлозы и эфиров целлюлозы. Умеет проводить в лабораторных условиях анализ целлюлозы и эфиров целлюлозы. Владеет навыками проведения испытаний различных физико-химических характеристик полимеров.	Правильные ответы на вопросы № 78 - 81 к зачету	ПСК-2.4

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):  
промежуточная аттестация проводится в форме зачета, результат оценивания – «зачтено», «не зачтено».

### 3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации

#### а) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ПК-1:

1. Природные источники получения целлюлозы. Древесная и хлопковая целлюлоза.
2. Основные стадии получения целлюлозы. Их назначение.
3. Влияние соотношения компонентов на качество древесной целлюлозы при сульфитном и сульфатном способах производства.
4. Сырье для производства эфиров целлюлозы.
5. Простые эфиры целлюлозы. Общая классификация. Основные способы получения.
6. Способы получения щелочной целлюлозы. Периодический и непрерывный способ.
7. Способы производства метилцеллюлозы..
8. Способы производства этилцеллюлозы. Гетерогенный и гомогенный способы производства. Бензольный и безбензольный процессы.
9. Способы получения оксиэтилцеллюлозы. Особенности получения щелочерастворимой и водорастворимой оксиэтилцеллюлозы.
10. Оксипропилцеллюлоза. Схема получения.
11. Бензилцеллюлоза. Получение, свойства и анализ бензилцеллюлозы.
12. Глицериновые эфиры целлюлозы. Методы получения. Особенности получения низкозамещенных и термопластичных эфиров.
13. Способы производства карбоксиметилцеллюлозы. Получение очищенной карбоксиметилцеллюлозы.
14. Способы проведения процесса ацетилирования целлюлозы. Гетерогенный и гомогенный способы. Периодический и непрерывный процесс.

15. Получения вторичных ацетатов. Гидролиз триацетатов целлюлозы. Стабилизация ацетатов целлюлозы.
16. Валераты целлюлозы. Схема получения, свойства и применение.
17. Смешанные сложные эфиры целлюлозы. Общие закономерности получения. Ацетобутираты, ацетопропионаты и ацетофталаты целлюлозы.
18. Способы производства сульфатов целлюлозы.
19. Основные стадии получения нитратов целлюлозы. Назначение операций.
20. Нитрование целлюлозы серноазотными кислотными смесями. Роль азотной и серной кислот и их соотношения в кислотных смесях.
21. Нитрование целлюлозы серноазотными кислотными смесями. Роль воды и окислов азота в кислотных смесях.
22. Одновременное протекания реакций этерификации, гидролиза и окисления при нитровании целлюлозы.
23. Составы кислотных смесей для получения нитратов целлюлозы разных марок.
24. Обратимость реакции нитрования целлюлозы. Денитрация.
25. Нитрование целлюлозы жидкой и газообразной азотной кислотой.
26. Нитрования целлюлозы кислотными смесями без серной кислоты.
27. Нитрование целлюлозы в среде органических растворителей.
28. Влияние свойств целлюлозы на процесс нитрования целлюлозы.
29. Влияние температуры, времени и модуля ванны на процесс нитрования целлюлозы.

**б) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ПК-10:**

30. Строение макромолекулы целлюлозы. Идеальная и реальная макромолекула. Дефектные звенья макромолекулы.
31. Внутримолекулярные и межмолекулярные связи в целлюлозе и ее эфирах.
32. Надмолекулярная структура целлюлозы и ее эфиров.
33. Кристаллическая структура целлюлозы и ее эфиров.
34.  $\alpha$ -,  $\beta$ - и  $\gamma$ -целлюлозы.
35. Внутренняя поверхность целлюлозы. Ее роль в химических реакциях.
36. Гигроскопичность целлюлозы и ее зависимость от различных факторов.
37. Набухание и растворение целлюлозы и ее эфиров.
38. Вязкость растворов целлюлозы и ее эфиров и ее связь с молекулярной массой.
39. Типы реакций целлюлозы. Гомогенные и гетерогенные реакции.
40. Общие представления об этерификации целлюлозы в гетерогенной среде.
41. Топохимические и макроскопические реакции целлюлозы.
42. Действие щелочей на целлюлозу.
43. Действие кислот на целлюлозу.
44. Гидролиз целлюлозы, зависимость от различных факторов.
45. Действие окислителей на целлюлозу.
46. Избирательное окисление целлюлозы.
47. Деструкция целлюлозы.
48. Свойства и применение метилцеллюлозы.
49. Свойства и применение этилцеллюлозы.
50. Свойства и применение оксиэтилцеллюлозы.
51. Свойства и применение цианэтилцеллюлозы.
52. Свойства, применение и анализ глицериновых эфиров целлюлозы.
53. Свойства и применение карбоксиметилцеллюлозы.
54. Свойства и применение простых смешанных эфиров целлюлозы.
55. Свойства и применение ацетатов целлюлозы.
56. Свойства и применение смешанных сложных эфиров целлюлозы.
57. Свойства и применение сульфатов целлюлозы.

58. Общие представления о нитратах целлюлозы. Применение. Классификация. Способы выражения степени этерификации.
59. Строение нитратов целлюлозы.
60. Физическая и химическая неоднородность нитратов целлюлозы.
61. Молекулярная масса нитратов целлюлозы. Практические методы определения молекулярной массы НЦ.
62. Растворение и пластификация нитратов целлюлозы.
63. Вязкость растворов нитратов целлюлозы. Зависимость вязкости растворов НЦ от концентрации, степени этерификации и температуры.
64. Гидрофобные свойства и гигроскопичность нитратов целлюлозы.
65. Адсорбционные свойства нитратов целлюлозы.
66. Энергетические и взрывчатые свойства нитратов целлюлозы. Их зависимость от степени этерификации.
67. Термостабильность нитратов целлюлозы. Влияние примесей на термостабильность НЦ.
68. Методы определения химической стойкости нитратов целлюлозы.
69. Действия растворов кислот на нитраты целлюлозы.

**в) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ПСК-2.4:**

70. Методы определения  $\alpha$ -,  $\beta$ - и  $\gamma$ -целлюлозы.
71. Молекулярная масса целлюлозы. Химические методы ее определения.
72. Молекулярная масса целлюлозы. Физико-химические методы ее определения.
73. Определение йодного числа целлюлозы.
74. Определение медного числа целлюлозы.
75. Анализ метилцеллюлозы. Определение вязкости и растворимости метилцеллюлозы в воде. Определение содержания метоксильных групп.
76. Анализ этилцеллюлозы. Определение степени замещения в этилцеллюлозе.
77. Анализ оксиэтилцеллюлозы. Определение растворимости.
78. Анализ ацетатов целлюлозы. Определение связанной уксусной кислоты и вязкости растворов ацетатов целлюлозы.
79. Определение состава кислотной смеси.
80. Определение температуры вспышки.
81. Определение содержания азота в нитратах целлюлозы.

**г) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ОПК-2:**

82. Щелочная обработка целлюлозы. Мерсеризация. Изменение структуры и свойств целлюлозы при щелочной обработке.
83. Метилцеллюлоза. Механизм метилирования. Особенности получения водорастворимой метилцеллюлозы и монометилцеллюлозы.
84. Этилцеллюлоза. Механизм этилирования.
85. Оксиэтилцеллюлоза. Механизм получения оксиэтилцеллюлозы.
86. Цианэтилцеллюлоза. Общие закономерности цианэтилирования. Получение высоко- и низкозамещенной цианэтилцеллюлозы.
87. Карбоксиметилцеллюлоза. Общие закономерности процесса получения.
88. Смешанные простые эфиры целлюлозы. Общие особенности получения. Этилметилцеллюлоза. Этилоксиэтилцеллюлоза. Оксиэтилэтилцеллюлоза. Метилоксиэтилцеллюлоза. Оксипропилметилцеллюлоза. Другие смешанные эфиры целлюлозы.
89. Активация целлюлозы. Назначение. Способы проведения.
90. Ацетаты целлюлозы. Общие закономерности ацетилирования целлюлозы. Стадии процесса. Катализаторы процесса.

91. Ксантогенаты целлюлозы и получение вискозного волокна. Стадии процесса. Мерсеризация, измельчение, предсозревание, ксантогенирование, созревание, формование. Назначение операций.
92. Сульфаты целлюлозы. Методы получения.
93. Современные теории нитрующих смесей при нитровании целлюлозы.
94. Процессы протекающие при отжиме и вытеснении удержанных кислот после нитрования целлюлозы.
95. Примеси, вызывающие нестойкость нитратов целлюлозы. Методы их удаления.
96. Снижение степени полимеризации при нитровании целлюлозы и стабилизации нитратов целлюлозы.
97. Стабилизация нитратов целлюлозы.
98. Измельчение нитратов целлюлозы.

К зачету допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. При сдаче зачета студент получает два вопроса из перечня, приведенного выше, и задачу. Время подготовки студента к устному ответу на вопросы – до 30 мин.

**4. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СПб

СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2014. КС УКВД. Порядок проведения зачетов и экзаменов.