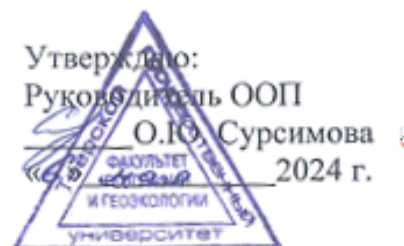


Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич  
Должность: врио ректора  
Дата подписания: 08.05.2024 10:52:05  
Уникальный программный код:  
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fc2ad1bf75f08

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет»



Рабочая программа дисциплины (с аннотацией)  
**ТЕХНОЛОГИЯ ЗАМКНУТЫХ ЦИКЛОВ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ  
БЕЗОПАСНОСТЬ**

Направление подготовки  
05.03.06 ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

Профиль подготовки  
**Экологическая безопасность и мониторинг окружающей среды**  
Для студентов 4 курса очной формы обучения

Уровень высшего образования

**БАКАЛАВРИАТ**

Составитель: *к.б.н., доцент О.Ю. Сурсимова*

Тверь, 2024

# **I. Аннотация Технологии замкнутых циклов и экологическая безопасность**

## **1. Цель и задачи дисциплины**

**Цель учебного курса** – формирование комплекса знаний и умений в области проектирования замкнутых циклов и возможностей их реализации в Российской Федерации.

### **Задачи:**

- изучение основополагающих принципов экономики замкнутого цикла, биологических и технических замкнутых циклов, иерархии методов обращения с отходами, особенностей переработки и рециклинга материалов, российского и международного опыта, механизмов и примеров реализации замкнутых циклов;
- формирование умений анализировать жизненный цикл материала с позиции реализации принципов экономики замкнутого цикла; оценивать эффективность мероприятий в области обращения с отходами с точки зрения достижения целей экономики замкнутого цикла, возврата материала в полезное использование с сохранением его качества и количества;
- формирование навыков проектирования замкнутых циклов материалов с учетом особенностей материала и этапов его жизненного

## **2. Место дисциплины в структуре ООП**

Учебная дисциплина входит в базовую часть учебного плана. В современных условиях обучения курс даёт необходимые знания принципы экономики замкнутого цикла;

- биологические и технические, открытые и замкнутые циклы;
- этапы жизненного цикла материала, в том числе обращение с отходами, переработка, рециклинг;
- роль отдельных элементов системы обращения с отходами в обеспечении замкнутых циклов материалов, потери качества и количества материала при переработке и рециклинге;
- механизмы и мероприятия по переходу к замкнутым циклам.

Для успешного освоения дисциплины требуются знания, полученные при прохождении таких дисциплин, как природно-техногенная безопасность, основы природопользования, нормирование и снижение загрязнения окружающей среды, промышленная экология.

## **3. Объем дисциплины: 3 зачетные единицы, 108 академических часа, в том числе:**

**контактная работа:** лекции 34 часов, лабораторные занятия 12 часов;  
**самостоятельная работа:** 35 часов.

**4. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

|  |   |
|--|---|
| Планируемые результаты освоения образовательной программы (формируемые компетенции) ОПК-2  | Планируемые результаты обучения по дисциплине   |
| <b>Способен использовать теоретические основы экологии, геоэкологии, природопользования, охраны природы и наук об окружающей среде в профессиональной деятельности</b> | 2.1. Применяет знания теории и методологии экологии, геоэкологии и природопользования, охраны природы, устойчивого развития и наук об окружающей среде в научно-исследовательской и практической деятельности, на основе теоретических знаний предлагает способы и выбирает методы решения экологических задач в сфере экологии и природопользования<br>2.2. Применяет знания и подходы наук в области экологии и природопользования для планирования и реализации деятельности по предотвращению негативного воздействия на окружающую среду, охране природы, рациональному использованию природных ресурсов |

**5. Форма промежуточной аттестации: экзамен**

**6. Язык преподавания русский.**

**II. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**Для студентов очной формы обучения**

| Учебная программа - наименование разделов и тем | Всего (час.) | Контактная работа (час.) |                      |   | Самостоятельная работа, в т.ч. контроль (час.) |
|---|--------------|--------------------------|----------------------|---|--|
|   |              | Лекции                   | Лабораторные занятия | Контроль самостоятельной работы студентов |  |
| Принципы построения замкнутых циклов            | 10           | 4                        | 2                    |   | 4  |
| Замкнутые циклы. Полимерная упаковка            | 10           | 4                        | 2                    |   | 4  |

|  |     |    |    |    |    |
|--|-----|----|----|----|----|
| Замкнутые циклы. Конструкционные полимеры и резина         | 10  | 4  | 2  |    | 4  |
| Замкнутые циклы. Стекло и строительные материалы           | 10  | 4  | 2  |    | 4  |
| Замкнутые циклы. Металлы и сплавы                          | 10  | 4  | 2  |    | 4  |
| Замкнутые циклы. Древесина, бумага и картон                | 10  | 4  | 2  |    | 4  |
| Замкнутые циклы. Текстиль, пищевые и растительные продукты | 10  | 4  | 2  |    | 4  |
| Эффективность замкнутых циклов                             | 13  | 4  | 2  |    | 7  |
| Всего  | 108 | 32 | 12 | 27 | 35 |

### III. Образовательные технологии

| Учебная программа - наименование разделов и тем            | Вид занятия                  | Образовательные технологии                                       |
|--|------------------------------|--|
| Принципы построения замкнутых циклов                       |                              |  |
| Замкнутые циклы. Полимерная упаковка                       | Лекция с элементами беседы   | Активное слушание. Технологии развития критического мышления     |
| Замкнутые циклы. Конструкционные полимеры и резина         | Традиционная лекция          | Визуализация и структурирование изучаемого материала             |
| Замкнутые циклы. Стекло и строительные материалы           |                              |  |
| Замкнутые циклы. Металлы и сплавы                          | Лекция.                      | Лекция-визуализация<br>Технологии развития критического мышления |
| Замкнутые циклы. Древесина, бумага и картон                | Практическое занятие         | Тренинг, работа над заданиями с запланированными ошибками        |
| Замкнутые циклы. Текстиль, пищевые и растительные продукты | Лекция с элементами беседы   | Активное слушание. Технологии развития критического мышления     |
| Эффективность замкнутых циклов                             | Лекция с элементами беседы   | Активное слушание. Технологии развития критического мышления     |
|  | Экзамен в традиционной форме |  |

#### IV. Методические материалы

| №  | Наименование раздела                                  | Основное содержание  |
|----|---|--|
| 1. | Принципы построения замкнутых циклов                  | Жизненный цикл материала. Биогенный и технический циклы. Замкнутые и открытые циклы переработки. Иерархия методов обращения с отходами. Вторичные материальные ресурсы и вторичного сырья. Утилизация, переработка, рециклинг и даунциклинг. Каскады переработки. Экодизайн и его направления (виды).  |
| 2. | Замкнутые циклы.<br>Полимерная упаковка               | Полиэтилен, полипропилен, полиэтилентерефталат. Классификация, применение, основные этапы жизненного цикла материала. Углеродный след, отходы и эмиссии производства материала. Отходы потребления и их классификация. Требования к качеству вторичных материальных ресурсов и вторичного сырья. Продукция из вторичного сырья. Каскады переработки. Способы сбора и выделения вторичных материальных ресурсов. Способы получения и подготовки вторичного сырья, технологии рециклинга. Дegradaция материала на протяжении жизненного цикла. Потери материала при рециклинге. Уровень замещения первичного сырья. Текущий уровень переработки и рециклинга. Экодизайн и проектирование замкнутых циклов, повышение эффективности рециклинга. |
| 3. | Замкнутые циклы.<br>Конструкционные полимеры и резина | Полистирол, АБС-пластик, поливинилхлорид. Классификация, применение, основные этапы жизненного цикла материала. Углеродный след, отходы и эмиссии производства материала. Отходы потребления и их классификация. Требования к качеству вторичных материальных ресурсов и вторичного сырья. Продукция из вторичного сырья. Каскады переработки. Способы сбора и выделения вторичных материальных ресурсов. Способы получения и подготовки вторичного сырья, технологии рециклинга. Дegradaция материала на протяжении жизненного цикла. Потери материала при рециклинге. Уровень замещения первичного сырья. Текущий уровень переработки и рециклинга. Экодизайн и проектирование замкнутых циклов, повышение эффективности рециклинга.       |
| №  | Наименование раздела                                  | Основное содержание  |

|          |  |  |
|----------|--|--|
| 4.       | Замкнутые циклы. Стекло и строительные материалы | Стекло. Минеральные строительные материалы. Классификация, применение, основные этапы жизненного цикла материала. Углеродный след, отходы и эмиссии производства материала. Отходы потребления и их классификация. Требования к качеству вторичных материальных ресурсов и вторичного сырья. Продукция из вторичного сырья. Каскады переработки. Способы сбора и выделения вторичных материальных ресурсов. Способы получения и подготовки вторичного сырья, технологии рециклинга. Дegradaция материала на протяжении жизненного цикла. Потери материала при рециклинге. Уровень замещения первичного сырья. Текущий уровень переработки и рециклинга. Экодизайн и проектирование замкнутых циклов, повышение эффективности рециклинга. |
| 5.       | Замкнутые циклы. Металлы и сплавы                | Сталь, алюминий, редкоземельные металлы. Классификация, применение, основные этапы жизненного цикла материала. Углеродный след, отходы и эмиссии производства материала. Отходы потребления и их классификация. Требования к качеству вторичных материальных ресурсов и вторичного сырья. Продукция из вторичного сырья. Каскады переработки. Способы сбора и выделения вторичных материальных ресурсов. Способы получения и подготовки вторичного сырья, технологии рециклинга. Дegradaция материала на протяжении жизненного цикла. Потери материала при рециклинге. Уровень замещения первичного сырья. Текущий уровень переработки и рециклинга. Экодизайн и проектирование замкнутых циклов, повышение эффективности рециклинга.    |
| <b>№</b> | <b>Наименование раздела</b>                      | <b>Основное содержание</b>   |

|    |  |  |
|----|--|--|
| 6. | Замкнутые циклы.<br>Древесина, бумага и картон             | Древесина, бумага и картон. Классификация, применение, основные этапы жизненного цикла материала. Углеродный след, отходы и эмиссии производства материала. Отходы потребления и их классификация. Требования к качеству вторичных материальных ресурсов и вторичного сырья. Продукция из вторичного сырья. Каскады переработки. Способы сбора и выделения вторичных материальных ресурсов. Способы получения и подготовки вторичного сырья, технологии рециклинга. Дegradация материала на протяжении жизненного цикла. Потери материала при рециклинге. Уровень замещения первичного сырья. Текущий уровень переработки и рециклинга. Экодизайн и проектирование замкнутых циклов, повышение эффективности рециклинга.           |
| 7. | Замкнутые циклы. Текстиль, пищевые и растительные продукты | Волокна и текстиль, продукты питания. Классификация, применение, основные этапы жизненного цикла материала. Углеродный след, отходы и эмиссии производства материала. Отходы потребления и их классификация. Требования к качеству вторичных материальных ресурсов и вторичного сырья. Продукция из вторичного сырья. Каскады переработки. Способы сбора и выделения вторичных материальных ресурсов. Способы получения и подготовки вторичного сырья, технологии рециклинга. Дegradация материала на протяжении жизненного цикла. Потери материала при рециклинге. Уровень замещения первичного сырья. Текущий уровень переработки и рециклинга. Экодизайн и проектирование замкнутых циклов, повышение эффективности рециклинга. |
| 8. | Эффективность замкнутых циклов                             | «Чистые» циклы. Потери качества и количества материалов. Дegradация и старение материала, накопление примесей и загрязнений. Разбавление, рассеивание, разрушение и размещение материала. Уровень рециклинга, предельный уровень рециклинга. Оценка циркулярности.   |

| № раздела | Наименование  |
|-----------|---|
| 2         | Проектно-расчетное задание 1. Расчет потерь при переработке отходов ПЭТ бутылок с получением ПЭТ флекса |

|          |   |
|----------|---|
| <b>5</b> | Проектно-расчетное задание 2. Расчет углеродного следа первичного и вторичного алюминия |
| <b>7</b> | Проектно-расчетное задание 3. Расчет выхода биогаза при сбраживании пищевых отходов     |

## V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 1) Нормативная и методическая документация:

1. Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 N 7-ФЗ.
2. Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» от 24.06.1998 N 89-ФЗ.
3. Паспорт федерального проекта «Экономика замкнутого цикла» (<https://news.solidwaste.ru/2022/07/pasporta-vseh-novyh-42-initsiativ-sotsialno-ekonomicheskogo-razvitiya-rossijskoj-federatsii/>).
4. ГОСТ Р 53692-2009 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Этапы технологического цикла отходов.
5. ГОСТ Р ИСО 14040-2010 Экологический менеджмент. Оценка жизненного цикла. Принципы и структура.

### Основная литература:

1. Методы эффективного обращения с отходами производства и потребления на основе экономики замкнутого цикла. Монография. Меркулина И.А., Харитоновна Т.В., Васильева О.В., Венде Ф.Д. Москва : Дашков и К, 2020.
2. Экономика замкнутого цикла и управление отходами. Учебное пособие. Слюсарь Н.Н., Ильиных Г.В., Крутова А.В., Магарил Е.Р. Пермь: ПНИПУ, 2022.
3. Соколов Л.И. Управление отходами+. Учебное пособие. Инфра-Инженерия, 2022.
4. Мартенс Г., Голдман Д. Рециклинг. Технологии и оборудование вторичной переработки: пер. с нем. Санкт-Петербург: Профессия, 2019. 541 с. 34,5 усл. печ. л.
5. Шайерс Д. Рециклинг пластмасс: наука, технологии, практика. ISBN: 978-5-91703-030-2.
6. Рудольф Н., Кизель Р., Аумнате Ш. Рециклинг пластмасс. Экономика, экология и технологии переработки пластмассовых отходов. 2018. Издательство ЦОП «Профессия». ISBN: 978-5-91884-105-1.
7. Мысик, В. Ф. Ресурсы и подготовка лома к плавке стали: монография / В. Ф. Мысик, А. В. Жданов. – Изд. 2-е, испр. и доп. – Екатеринбург: УрФУ, 2017. – 337 с.



8. Хакимова Ф.Х., Носкова О.А., Хакимов Р.Р. Технология производства бумаги: учебное пособие. Пермь: ПНИПУ, 2023. 131 с. 8,25 усл. печ. л.

### **Дополнительная литература:**

1. Universal circular economy policy goals. Ellen MacArthur Foundation. <https://ellenmacarthurfoundation.org/universal-policy-goals/overview>.  
Технические и биологические циклы. УМК «Основы и принципы экономики замкнутого цикла. Опыт Германии. Возможности реализации в РФ». Минприроды РФ, GIZ СmbН. <https://www.otxod.com/umk4-demo/clec/view.php?file=lect&path=2,1,1>

### 2) Программное обеспечение

Свободно распространяемое программное обеспечение

1. Google Chrome

2. Яндекс Браузер

3. Kaspersky Endpoint Security

4. Многофункциональный редактор ONLYOFFICE

5. ОС Linux Ubuntu

### 3) Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

- ЭБС издательского дома «ИНФРА-М» (URL: <http://znanium.com/>);
- ЭБС издательства «Лань» (URL: <http://www.e.landbook.com/>);
- ЭБС издательства «Юрайт» (URL: <https://www.biblio-online.ru/>);
- ЭБС «РУКОНТ» (URL: <http://www.rucont.ru/>);
- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» (URL: <http://biblioclub.ru/>);
- ЭБС «IPRbooks» (URL: <http://www.iprbookshop.ru/>);
- электронная библиотека eLIBRARY.RU;
- коллекция электронных книг Оксфордско-Российского фонда;
- электронная библиотека диссертаций РГБ;
- база данных ПОЛПРЕД;
- АРБИКОН (сводные каталоги российских библиотек и информационных центров).

## **VI. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины**

## Требования к рейтинг-контролю.

1-ая контрольная точка.

|    |  |                   |
|----|--|-------------------|
| I  | Текущая работа студентов                                 | Количество баллов |
| 1. | Посещение лекций и работа на занятии                     | 10 б.             |
| 2. | Выполнение самостоятельной работы (домашние контрольные) | 10 б.             |
| II | Итоговая контрольная работа                              | 10 б.             |
|    | Всего:   | 30 б.             |

2-ая контрольная точка.

|     |  |                   |
|-----|--|-------------------|
| I.  | Текущая работа студентов                               | Количество баллов |
| 1.  | Посещение лекций и работа на занятии                   | 10 б.             |
| 2.  | Выполнение самостоятельной работы                      | 10 б.             |
| II. | Итоговая контрольная работа (коллоквиум по стилистике) | 10 б.             |
|     | Всего:   | 30 б.             |
|     | Зачёт  | 40 б.             |

## VII. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (или модулю)

| Наименование специальных* помещений  | Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы  | Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа   |
|--|--|--|
| Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, курсового проектирования, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации № 202 (170021, Тверская обл., г.Тверь, ул. Прошина, д.3, корп.2) | Теодолит 4ТЗОП без штатива, Оптический теодолит УОМЗ 2ТЗ0П (3 шт), Нивелир С410, Экран на штативе DraperDiplomat | 1 . Google Chrome<br>2. Яндекс Браузер<br>3. Kaspersky Endpoint Security<br>4. Многофункциональный редактор ONLYOFFICE<br>5. ОС Linux Ubuntu |

### Помещения для самостоятельной работы:

| Наименование помещений                                     | Оснащенность помещений для самостоятельной работы     | Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа |
|--|---|--|
| Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, | Компьютер iRU Corp 510 15-2400/4096/500/G210-512/DVD- | 1 . Google Chrome  |

|   |   |   |
|---|---|---|
| семинарского типа, курсового проектирования, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации и самостоятельной работы № 111 (170021 Тверская обл., Тверь, ул. Прошина, д. 3, корп. 2) | RW/W7S/монитор E-Machines E220HQVB21.5“<br>Компьютер iRU Corp 510 15-2400/4096/500/G210-512/DVD-RW/W7S/монитор E-Machines E220HQVB21.5“<br>Компьютер iRU Corp 510 15-2400/4096/500/G210-512/DVD-RW/W7S/монитор E-Machines E220HQVB21.5“<br>Компьютер iRU Corp 510 15-2400/4096/500/G210-512/DVD-RW/W7S/монитор E-Machines E220HQVB21.5“<br>Компьютер iRU Corp 510 15-2400/4096/500/G210-512/DVD-RW/W7S/монитор E-Machines E220HQVB21.5“<br>Компьютер iRU Corp 510 15-2400/4096/500/G210-512/DVD-RW/W7S/монитор E-Machines E220HQVB21.5“<br>Компьютер iRU Corp 510 15-2400/4096/500/G210-512/DVD-RW/W7S/монитор E-Machines E220HQVB21.5“<br>Компьютер iRU Corp 510 15-2400/4096/500/G210-512/DVD-RW/W7S/монитор E-Machines E220HQVB21.5“<br>Компьютер iRU Corp 510 15-2400/4096/500/G210-512/DVD-RW/W7S/монитор E-Machines E220HQVB21.5“<br>Компьютер iRU Corp 510 15-2400/4096/500/G210-512/DVD-RW/W7S/монитор E-Machines E220HQVB21.5“<br>Компьютер iRU Corp 510 15-2400/4096/500/G210-512/DVD-RW/W7S/монитор E-Machines E220HQVB21.5“<br>Компьютер iRU Corp 510 15-2400/4096/500/G210-512/DVD-RW/W7S/монитор E-Machines E220HQVB21.5“<br>Компьютер iRU Corp 510 15-2400/4096/500/G210-512/DVD-RW/W7S/монитор E-Machines E220HQVB21.5“<br>Сканер Plustek OpticPro A320 | 2. Яндекс Браузер<br>3. Kaspersky Endpoint Security<br>4. Многофункциональный редактор ONLYOFFICE<br>5. ОС Linux Ubuntu |
|---|---|---|

### VIII. Сведения об обновлении рабочей программы дисциплины

| № п.п. | Обновленный раздел рабочей программы дисциплины | Описание внесенных изменений | Дата и протокол заседания факультета, утвердившего изменения |
|--------|---|------------------------------|--|
|        |   |                              |  |
|        |   |                              |  |