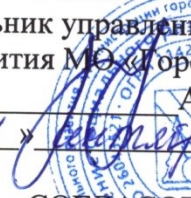
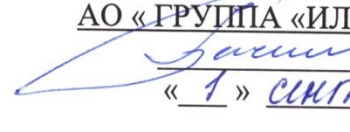


СОГЛАСОВАНА
Начальник управления социального
развития МО «Город Коряжма»


А.А. Иванов
« 1 » сентября 2026 год

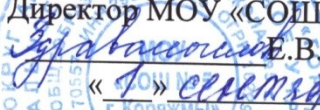
СОГЛАСОВАНА
Директор филиала
АО «ГРУППА «ИЛИМ» в г. Коряжме


А.А. Берсенеvский
« 1 » сентября 2026 год

СОГЛАСОВАНА
Руководитель ГАПОУ АО «Коряжемский
индустриальный техникум»


О.П. Порошина
« 1 » сентября 2026 год

УТВЕРЖДЕНА
Директор МОУ «СОШ №5 г. Коряжмы»


Е.В. Здравомыслова
« 1 » сентября 2026 год

ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА

предпрофессионального класса (группы) химико-технологического профиля

МОУ «СОШ № 5 г. Коряжмы»

Направленность: естественно-научная (химико-технологическое направление)

Срок реализации: 2 года (8–9 классы)

Социальные партнеры: АО «Группа «Илим», ГАПОУ АО «Коряжемский индустриальный техникум»

I. Целевой раздел

1.1. Пояснительная записка

Настоящая программа разработана в соответствии с Методическими рекомендациями по реализации профориентационного минимума для образовательных организаций РФ на продвинутом уровне, распоряжением Министерства образования Архангельской области от 21 июля 2026 года № 971 «Об утверждении порядка организации образовательной деятельности профильных предпрофессиональных классов (групп) в общеобразовательных организациях в 2026-2027 учебном году».

Актуальность программы обусловлена необходимостью формирования кадрового резерва для лесохимической промышленности региона и обеспечения осознанного профессионального самоопределения обучающихся. Программа выступает инструментом реализации ранней профориентации, позволяя обучающимся «примерить» роль специалиста в условиях реального производства.

Программа имеет естественно - научную направленность и ориентирована на углубленное изучение предметов «физика» и «химия» как фундаментальных дисциплин, обеспечивающих технологический суверенитет страны.

Целевая группа

Программа рассчитана на обучающихся 8–9 классов, проявляющих интерес к естественно-научным дисциплинам и техническому творчеству, мотивированных на получение инженерного образования и дальнейшее трудоустройство в градообразующее предприятие Филиал АО «Группа «Илим».

Формат обучения: модульный. По окончании обучения обучающиеся защищают проектную (или исследовательскую) работу.

Цель программы: формирование у обучающихся устойчивого интереса к инженерно-техническим и химико-технологическим профессиям, востребованным в филиале АО «Группа «Илим»; формирование инженерно-технологического мышления через погружение в реальные процессы предприятия; создание системы непрерывного обучения для подготовки квалифицированных специалистов по основным производственным направлениям комбината, а также развитие навыков исследовательской и проектной деятельности.

Задачи:

1. Углубить знания по учебным предметам «химия» и «физика».
2. Освоить навыки работы на лабораторном оборудовании (в т.ч. оборудовании «Точка роста»).
3. Ознакомить с технологическим циклом производства Филиала АО «Группа «Илим» в г. Коржме.
4. Развить исследовательские навыки через проектную деятельность. Сформировать у обучающихся навыки исследовательской деятельности через решение прикладных

производственных задач, выполнение лабораторных исследований и реализацию практико-ориентированных проектов.

В соответствии с моделью профминимума программа реализуется через сетевое взаимодействие:

Коряжемский индустриальный техникум (далее - ГАПОУ АО «КИТ»): практическая подготовка школьников на базе техникума по ключевым инженерным направлениям. Ключевые направления подготовки: знакомство с технологическими процессами лесохимической промышленности, лабораторный практикум по аналитической химии, охрана труда и промышленная безопасность на производстве, изучение и применения навыков цифровых технологий.

Филиал АО «Группа «Илим» в г. Коряжме (далее – Филиал): стратегическое партнерство, обеспечивающее наставничество, проведение производственных экскурсий, знакомство с актуальными технологическими задачами предприятия и формирование у учащихся понимания профессиональных стандартов, реальные кейсы, оценка проектов экспертами предприятия.

Школа (база «Точки роста»): обеспечение теоретической подготовки и базового лабораторного практикума по химии, физике, проектное управление, координация вопросов, связанных с организацией деятельности предпрофессионального класса (группы).

Образовательная программа строится с учетом принципов:

- **Принцип дуальности**

Суть: Параллельное освоение общеобразовательной программы (ФГОС ООО) и элементов профессиональной подготовки СПО.

Реализация: Расписание выстраивается блочно - модульно. Теоретические дисциплины (*химия, физика*) читаются учителями школы. Практико-ориентированные модули проводятся на базе ГАПОУ АО «КИТ» при непосредственном сопровождении заведующего лабораторией ГАПОУ АО «КИТ». По итогам 9 класса выпускник получает не только аттестат, но свидетельство об окончании профильного предпрофессионального класса (группы), которое даёт гарантированное право на зачисление в ГАПОУ АО «КИТ» на бюджетной основе.

- **Принцип контекстности: «Учимся у станка, а не по картинке»**

Суть: Любой теоретический закон иллюстрируется через конкретный узел оборудования филиала АО «Группа «Илим» в Коряжме.

Реализация:

Например. Тема «Растворы и концентрация» изучается на примере приготовления черного щелока нужной плотности для варочного котла.

Вместо абстрактных лабораторных работ по титрованию — анализ реальных проб сточной воды после аэротенков очистных сооружений комбината.

- **Принцип проектно-кейсового управления**

Суть: Отказ от классических рефератов в пользу решения инженерных задач бизнесового уровня.

Реализация: Каждый учебный год заканчивается защитой проекта перед комиссией из представителей школы, ГАПОУ АО «КИТ» и инженерного состава филиала АО «Группа «Илим» в г. Коряжме.

Кейсы берутся из реального производства, например, «Как снизить расход пара на сушку полотна на 3% без потери скорости машины», «Оптимизация логистики вывоза макулатуры с промплощадки».

- **Принцип наставничества «Инженер — Студент — Учащийся»**

Суть: Создание вертикальной цепочки передачи опыта.

Реализация: За группой закрепляется работник АО «Группа «Илим», который курирует проекты обучающихся. Успешно обучающиеся ученики 9 класса становятся кураторами-микронаставниками для профильных групп 8 класса при проведении лабораторных работ, выступая в роли ассистентов преподавателя.

- **Принцип ранней профессионализации среды**

Суть: Физическое и терминологическое погружение в производственную эстетику.

Реализация: Оформление кабинета химии и физики плакатами со схемами потоков Филиала АО «Группа «Илим» в г. Коряжме, единая форма одежды (халаты единого образца), установление единых требований к экипировке и применению средств индивидуальной защиты, использование профессиональной лексики (в том числе при маркировке объектов и ведении документации по установленным стандартам), а также выполнения практических заданий, требующих корректного применения производственной терминологии (составление маршрутных карт, анализ документации, ролевые модели взаимодействия по типу «мастер — оператор»)), обращение к ученикам «коллеги», ведение лабораторного журнала строго по ГОСТу, использование профессионального ПО для черчения схем (КОМПАС-3Д, NanoCAD), соблюдение правил производственной безопасности.

С целью формирования корпоративной культуры и повышения престижа обучения в профильном химико-технологическом классе (группе) для учащихся вводится знак отличия "Инженерный резерв". Данный аксессуар является символом принадлежности к сообществу будущих специалистов АО «Группа «Илим» и подтверждает статус участника профориентационной программы.

- **Принцип цифровой интеграции данных**

Суть: Использование сквозных цифровых инструментов для фиксации прогресса.

Реализация: Ведение цифрового портфолио компетенций вместо бумажного дневника. Каждая пройденная компетенция (например, от «Умения работать с рН-метром» до «Чтения R&ID схем») заносится в цифровую базу. Данные портфолио учащихся 8–9 классов синхронизируются с кадровой системой (или HR-порталом) предприятия. При приеме на целевое обучение HR видит не оценки, а перечень реально освоенных навыков.

- **Принцип экологической ответственности**

Суть: Акцент на том, что современный целлюлозно-бумажный комбинат — это высокотехнологичное экологическое производство замкнутого цикла.

Реализация: Отдельный блок биологической очистки промстоков, изучение принципов экономики замкнутого цикла (использование всего дерева: целлюлоза - бумага; кора-топливо для ТЭЦ; отработанный щелок - регенерация серы и каустизации).

- **Принцип гибкости траектории**

Суть: Возможность корректировки пути внутри двухлетнего цикла без потери мотивации.

Реализация: После первого года (8 класс) ученик может осознать, что ему ближе не химия процессов, а механика оборудования. Программа должна предусматривать легкий переход в смежную техническую траекторию с сохранением участия в общих проектах класса.

1.2. Планируемые результаты

Реализация программы позволит сформировать у выпускников:

Когнитивный компонент: углубленные знания по физике и химии, выходящие за рамки ФГОС ООО.

Деятельностный компонент: сформированные навыки работы с лабораторным оборудованием, опыт участия в профессиональных пробах и проектной деятельности, получение навыков исследовательской деятельности через решение прикладных производственных задач.

Мотивационный компонент: осознанный выбор образовательной траектории, направленной на получение востребованной в регионе инженерной специальности.

1.2.1 Личностные: осознанное отношение к профессиональному выбору, понимание значимости труда рабочей специальности и инженера.

1.2.2 Метапредметные: навыки самостоятельного исследования, умение работать с технической документацией, технической и научной литературой, отраслевыми стандартами и регламентами, приборами.

1.2.3 Предметные: освоение методов химического анализа, знание принципов работы технологического оборудования.

II. Содержательный раздел

Содержание образовательной программы химико-технологического предпрофессионального класса (группы) выстроено по модели интегративного обучения, обеспечивающего качественную подготовку учащихся к будущей инженерной деятельности.

Фундаментом программы является углубленное изучение предметов «математика» и «химия» (ПРИЛОЖЕНИЕ 1), что позволяет сформировать у обучающихся глубокую теоретическую базу, необходимую для понимания физико-химических процессов, лежащих в основе современных промышленных технологий.

Система подготовки усилена дополнительной общеразвивающей программой «Эвристиада» (ПРИЛОЖЕНИЕ 2), которая выполняет роль связующего звена между теорией и практикой:

- прикладные модули: направлены на освоение методов химического анализа и физических измерений, используемых в реальном секторе экономики.
- проектно-исследовательская деятельность: позволяет учащимся решать актуальные задачи, предложенные индустриальным партнером (филиалом АО «Группа «Илим» в г. Коряжме), и развивать навыки научно-технического творчества.

Кроме этого, организована реализация профориентационной работы в химико-технологическом предпрофессиональном классе (группе) на продвинутом уровне в строгом соответствии с Единой моделью профессиональной ориентации.

III. Организационный раздел

3.1. Учебный план

Класс	8 б
Учебные предметы	
Русский язык	3
Литература	2
Иностранный язык (английский язык)	3
Математика (включая учебные курсы "Алгебра", "Геометрия", "Вероятность и статистика")	6
Информатика	1
История (включая учебные курсы "История России" "Всеобщая история" "История нашего края")	3
География	2
Физика	2
Химия	2
Биология	2

Труд (технология)	1
ОБЗР	1
Физическая культура	2
ИТОГО по обязательной части учебного плана:	30,0
Часть, формируемая участниками образовательных отношений	
Предпрофессиональное образование	0,5
Дополнительные главы к учебнику химии	1
Дополнительные главы к учебнику математики	1
Проектная деятельность	0,5
ИТОГО по части формируемой участниками образовательных отношений:	3
ИТОГО:	33,0

3.2. Календарный учебный график

КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК МОУ «СОШ № 5 г. Коряжмы на 2026-2027 учебный год (по пятидневной учебной неделе)

Классы	Начало учебных занятий	Продолжительность уроков	Продолжительность перемен	Продолжительность учебного года	Продолжительность учебного года (в неделях)	Продолжительность учебных триместров	Сроки и продолжительность каникул	Сроки проведения промежуточной аттестации
1	8.00	ступенчатый режим: • с сентября, октябрь – 2 и 3, 3 урока по 35 минут каждый; • ноябрь, декабрь – 4 и 5 уроков по 35 минут каждый; • январь – май 4 урока по 40 минут каждый	– 2 и 3, 3 и 4 уроками 20 минут; – 1 и 2, 4 и 5 уроками – 15 минут; – для 1-х классов в середине учебного дня динамическая пауза - 3 урока	с 01.09.2026 по 31.05.2027	33	1 триместр: с 01.09.2026 по 30.11.2026 2 триместр: с 01.12.2026 по 28.02.2027 3 триместр: с 01.03.2027 по 31.05.2027	- осенние: с 27.10.2026 по 04.11.2026 (9 дней) - зимние: с 31.12.2026 по 10.01.2027 (12 дней) - дополнительные каникулы с 08.02.2027 по 14.02.2027 (7 дней) - весенние: с 01.04.2027 по 11.04.2027 (11 дней) - летние: с 01.06.2027 по 31.08.2027 (92 дня)	с 01.09.2026 по 25.05.2027

2-4	8.00	1-5 урок по 40 минут	– 2 и 3, 3 и 4 уроками 20 минут; – 1 и 2, 4 и 5, 5 и 6 уроками – 15 минут; – между урочной и внеурочной деятельностью 20 мин	с 01.09.2026 по 31.05.2027	34	1 триместр: с 01.09.2026 по 30.11.2026 2 триместр: с 01.12.2026 по 28.02.2027 3 триместр: с 01.03.2027 по 31.05.2027	• осенние: с 27.10.2026 по 04.11.2026 (9 дней) • зимние: с 31.12.2026 по 10.01.2027 (12 дней) • весенние: с 01.04.2027 по 11.04.2027 (11 дней) летние: с 01.06.2027 по 31.08.2027 (92 дня)	с 01.09.202 6 по 25.05.202 7
5-9, 11	8.00	1-9 урок по 40 минут	– 2 и 3, 3 и 4, 6 и 7 уроками 20 минут; – 1 и 2, 4 и 5, 5 и 6, уроками – 15 минут; – между урочной и внеурочной деятельностью 20 мин	с 01.09.2026 по 31.05.2027	34	1 триместр: с 01.09.2026 по 30.11.2026 2 триместр: с 01.12.2026 по 28.02.2027 3 триместр: с 01.03.2027 по 31.05.2027	• осенние: с 27.10.2026 по 04.11.2026 (9 дней) • зимние: с 31.12.2026 по 10.01.2027 (12 дней) • весенние: с 01.04.2027 по 11.04.2027 (11 дней) летние: с 01.06.2027 по 31.08.2027 (92 дня)	с 01.09.202 6 по 25.05.202 7
10	8.00	1-9 урок по 40 минут	– 2 и 3, 3 и 4, 6 и 7 уроками 20 минут; – 1 и 2, 4 и 5, 5 и 6, уроками – 15 минут; – между урочной и внеурочной деятельностью 20 мин	с 01.09.2026 по 07.06.2027	35 (из них 1 неделя учебные сборы) апрель-май 2027 года)	1 триместр: с 01.09.2026 по 30.11.2026 2 триместр: с 01.12.2026 по 28.02.2027 3 триместр: с 01.03.2027 по 07.06.2027	• осенние: с 27.10.2026 по 04.11.2026 (9 дней) • зимние: с 31.12.2026 по 10.01.2027 (12 дней) • весенние: с 01.04.2027 по 11.04.2027 (11 дней) летние: с 01.06.2027 по 31.08.2027 (92 дня)	с 01.09.202 6 по 25.05.202 7

3.3. Система условий реализации программы

3.3.1. Кадровые условия

Реализация программы обеспечивается педагогическими работниками, обладающими необходимым уровнем квалификации и компетенций:

педагогический состав: учителя химии и физики, имеющие высшую квалификационную категорию, опыт подготовки победителей и призеров олимпиад, а также прошедшие курсы повышения квалификации по вопросам предпрофессионального образования;

привлеченные эксперты: в рамках сетевого взаимодействия к реализации программы привлекаются профильные специалисты и инженеры филиала АО «Группы «Илим» в г. Коряжме, выступающие в качестве наставников проектной деятельности;

психолого-педагогическое сопровождение: работа педагога-психолога школы, направленная на диагностику профессиональных склонностей учащихся и поддержку их мотивации в процессе профессионального самоопределения.

3.3.2. Материально-технические условия

Созданная инфраструктура соответствует требованиям к организации предпрофессионального обучения:

- учебные кабинеты химии и физики;

- производственная база сетевых партнеров: доступ к специализированным учебным центрам и производственным площадкам филиала АО «Группы «Илим» в г. Коряжме для проведения профессиональных проб, экскурсий и лабораторных практикумов на реальном оборудовании;

- цифровая среда: обеспечение доступа к электронным образовательным ресурсам, специализированному программному обеспечению для моделирования химических процессов и онлайн-платформам профориентации (в т.ч. «Билет в будущее»).

3.3.3. Учебно-методические условия

Методическое обеспечение программы направлено на формирование инженерных компетенций и глубокое освоение профильных дисциплин:

- учебно-методические комплексы (УМК): программы по учебным предметам «химия» и «математика», включающие методические пособия;

- дополнительная общеразвивающая программа по химии и физике, разработанная с учетом специфики целлюлозно-бумажной промышленности, включающие кейс-задачи, лабораторные практикумы и проектные задания от филиала АО «Группы «Илим» в г. Коряжме;

- банк проектных задач: актуальные технологические производственные мини-кейсы, хакатоны, лабораторные практикумы исследовательского типа, курируемых наставниками предприятия, работниками ГАПОУ АО «КИТ» для обеспечения практико-ориентированного подхода в обучении, а также семинары, анализ данных, обзор литературы, наблюдения.

- система оценивания: наличие критериальной базы для оценки предпрофессиональных достижений, включая портфолио достижений.

3.3.4. Формы интеграции с филиалом АО «Группа «Илим» в г. Коряжме

1. Наставничество: за группой обучающихся закрепляется сотрудник/специалист филиала АО «Группа «Илим» в г. Коряжме по одному из направлений исследования или проектной работы.
2. Цифровое портфолио обучающегося
3. Стажировочная площадка: организация мастер - классов специалистами АО «Группа «Илим» на базе техникума или учебного центра комбината (для 9 класса).
4. Профессиональное самоопределение: создание условий для преимущественного права поступления в профильный техникум для выпускников программы с высоким рейтингом.
5. Именные стипендии: по окончании 9 класса вручает именные стипендии самым успешным ученикам класса (за высокие баллы по профильным предметам и победы в профильных олимпиадах на муниципальном, региональном, федеральном уровнях).

Формы интеграции с ГАПОУ АО «Коряжемский индустриальный техникум»:

1. Реализация учебного плана: совместно с техникумом в программы учебных предметов вставлены темы специальных дисциплин, которые проводят преподаватели техникума.
2. Профессиональные каникулы: ученики во время каникул посещают занятия в техникуме, проходят лабораторные работы, практикумы.
3. Проектная деятельность и профессиональные пробы: совместные проекты между школьниками и студентами техникума, участие в конкурсах профессионального мастерства, олимпиадах, хакатонах.
4. Проведение профессиональных проб — краткосрочных стажировок, экскурсий, мастер-классов на базе техникума.
5. Наставничество и сопровождение: привлечение студентов техникума к наставничеству над школьниками профильных классов, совместное выполнение учебных и внеучебных заданий.

3.5. Типичные риски и способы их минимизации

- **Высокая сложность материала:** компенсируется большим объемом визуализации (схемы, видеоэкскурсии с GoPro по цехам) и практическими работами вместе с наставниками от предприятия вместо сухой теории, проведением семинаров.
- **Отрыв школы от реального производства:** минимизируется ежеквартальной актуализацией кейсов специалистами комбината (что сломалось, какую задачу решают инженеры прямо сейчас).

- **Низкая мотивация части учеников:** решается введением соревновательного элемента (рейтинг участников, дающий баллы при будущем трудоустройстве) и акцентом на престиж инженерных профессий внутри города.

Оценка эффективности

Портфолио достижений обучающихся: сертификаты, дипломы конкурсов, участие в турнирах (в т.ч. этап сбора «Геоскан Пионер»).

Защита итогового проекта: проект защищается перед комиссией, в которую входят представители филиала АО «Группа «Илим» в г. Коряжме и техникума.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА «ХИМИЯ»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Программа углубленного изучения предмета химии в предпрофессиональном классе (группы) химико-технологического профиля на уровне основного общего образования составлена на основе требований к результатам освоения основной образовательной программы основного общего образования, представленных в ФГОС ООО, а также на основе федеральной рабочей программы воспитания и с учётом концепции преподавания учебного предмета «Химия» в образовательных организациях Российской Федерации.

Программа разработана для учащихся 8–9 классов химико-технологического профиля, ориентированных на поступление в профильные колледжи или технические вузы по направлениям подготовки: «Технология химической переработки древесины», «Энерго - и ресурсосберегающие процессы в химической технологии», «Техносферная безопасность».

Программа интегрирует требования ФГОС ООО к предметным результатам по химии с требованиями профессиональных стандартов отрасли.

Предметное содержание, предусматривает распределение его по классам и структурирование по разделам и темам, определяет количественные и качественные характеристики содержания, рекомендуемую последовательность изучения химии с учётом межпредметных и внутрипредметных связей, логики учебного процесса, возрастных особенностей.

Знание химии служит основой для формирования мировоззрения обучающегося, его представлений о материальном единстве мира, важную роль играют формируемые химией представления о взаимопревращениях энергии и об эволюции веществ в природе, о путях решения глобальных проблем устойчивого развития человечества – сырьевой, энергетической, пищевой и экологической безопасности, проблем здравоохранения.

Изучение химии:

способствует реализации возможностей для саморазвития и формирования культуры личности, её общей и функциональной грамотности;

вносит вклад в формирование мышления и творческих способностей обучающихся, навыков их самостоятельной учебной деятельности, экспериментальных и

исследовательских умений, необходимых как в повседневной жизни, так и в профессиональной деятельности;

знакомит со спецификой научного мышления, закладывает основы целостного взгляда на единство природы и человека, является ответственным этапом в формировании естественно-научной грамотности обучающихся;

способствует формированию ценностного отношения к естественно-научным знаниям, к природе, к человеку, вносит свой вклад в экологическое образование обучающихся.

Освоение программы по химии способствует формированию представления о химической составляющей деревообрабатывающей промышленности. Курс строится вокруг сквозной линии — жизненного цикла древесного сырья. Каждый теоретический блок завершается отраслевой спецификацией:

- Масштабирование: переход от школьной лаборатории к кубометрам пульпы.
- Экономика: расчет выхода абсолютно сухой целлюлозы, расхода реагентов (едкий натр, антрахинон), стоимости коррозии оборудования.
- Экология: работа со стоками, регенерация черного щелока в содорегенерационном котлоагрегате (СРК), бесхлорные методы отбелки (ECF/TCF).

При изучении химии происходит формирование знаний основ химической науки как области современного естествознания, практической деятельности человека и как одного из компонентов мировой культуры.

Задачи

- Образовательные: систематизировать знания по неорганической и основам органической химии; сформировать навыки стехиометрических расчетов материальных балансов; научить интерпретировать лабораторные показатели (рН, число Каппа, БПК/ХПК) как параметры управления производством и контролем за качеством промышленных стоков.
- Практические: отработать технику базовых лабораторных работ, имитирующих анализ белого/зеленого щелока, процессов каустизации и контроль качества подготовки целлюлозного волокна в размольно-подготовительном отделе производств; привить культуру промышленной безопасности (ТБ, HSE).
- Развивающие: развить инженерное мышление, умение работать с материальными потоками, выявлять причинно-следственные связи между микроструктурой вещества (водородные связи целлюлозы) и макрохарактеристикой продукта (прочность бумаги), работать с реальными (или смоделированными) производственными отчётами предприятия (база данных). Поиск корреляций: как температура сушки или усилие прессования на БДМ/КДМ влияет на качество продукции, как производственные параметры влияют на качество целлюлозных полуфабрикатов.
- Воспитательные: воспитать чувство ответственности за экологическую безопасность производства, понимание экономики замкнутого цикла и бережливого отношения к ресурсам.

При изучении курса важное значение приобрели такие цели, как:

- Создание образовательного пространства для ранней профилизации, формирование у обучающихся целостного представления о технологическом цикле современного предприятия ЦБП через призму фундаментальных законов химии и физики.

- Создание непрерывной образовательной траектории «школа — техникум/вуз — предприятие», обеспечивающей раннюю профилизацию обучающихся и их готовность к освоению инженерных специальностей химико-технологического профиля через интеграцию фундаментальной химии с практикой целлюлозно-бумажной промышленности.

Общее число часов, отведённых для изучения химии на уровне основного общего образования, составляет 204 часа: в 8 классе – 102 часов (3 часа в неделю), в 9 классе – 102 часов (3 часа в неделю).

СОДЕРЖАНИЕ ОБУЧЕНИЯ

8 класс

Концепция курса: «От атома к варочному котлу»

Весь теоретический материал иллюстрируется через процессы подготовки щепы и сульфатной варки целлюлозы (крафт - процесс), который является основным для ЦБК в Коряжме.

Раздел 1. Основные понятия химии и техника лабораторных работ (10 часов)

Теория: Предмет химии. Роль химии в жизни человека. Химия в системе наук. Тела и вещества. Физические свойства веществ. Агрегатное состояние веществ. Понятие о методах познания в химии. Чистые вещества и смеси. Способы разделения смесей.

Химическая формула. Валентность атомов химических элементов. Закон постоянства состава веществ. Относительная атомная масса. Относительная молекулярная масса. Массовая доля химического элемента в соединении.

Количество вещества. Моль. Молярная масса. Взаимосвязь количества, массы и числа структурных единиц вещества. Расчёты по формулам химических соединений.

Физические и химические явления. Химическая реакция и её признаки. Закон сохранения массы веществ. Химические уравнения. Классификация химических реакций (соединения, разложения, замещения, обмена).

Вещества простые и сложные. Правила ТБ. Понятие о промышленной безопасности (HSE). Специфика ЦБП:

Сравнение бытовой химической лаборатории и аналитической лаборатории реального цеха (ЦПЛ — центральная производственная лаборатория). Масштаб проб: от капель до кубометра целлюлозы.

Химический эксперимент:

знакомство с химической посудой, правилами работы в лаборатории и приёмами обращения с лабораторным оборудованием, изучение и описание физических свойств образцов неорганических веществ, наблюдение физических (плавление воска, таяние льда, растирание сахара в ступке, кипение и конденсация воды) и химических (горение свечи, прокаливание медной проволоки, взаимодействие мела с кислотой) явлений, наблюдение и описание признаков протекания химических реакций (разложение сахара, взаимодействие серной кислоты с хлоридом бария, разложение гидроксида меди (II) при нагревании, взаимодействие железа с раствором соли меди (II), изучение способов разделения смесей: с помощью магнита, фильтрование, выпаривание, дистилляция, хроматография, проведение очистки поваренной соли, наблюдение и описание результатов проведения опыта, иллюстрирующего закон сохранения массы, создание моделей молекул (шаростержневых).

Практическая работа №1: «Очистка речной воды по технологической схеме водоподготовки». Моделирование стадий коагуляции (сульфатом алюминия, ПАВ и прочее) и фильтрации песка перед подачей воды на бумажную машину.

Проектное задание: Составление карты опасностей рабочего места оператора ДПЦ (древесно-подготовительного цеха).

Раздел 2. Строение атома. Периодический закон (10 часов)

Теория: Атомы и молекулы. Химические элементы. Символы химических элементов. Простые и сложные вещества. Атомно-молекулярное учение.

Первые попытки классификации химических элементов. Понятие о группах сходных элементов (щелочные и щелочноземельные металлы, галогены, инертные газы). Элементы, которые образуют амфотерные оксиды и гидроксиды.

Периодический закон. Периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева. Короткопериодная и длиннопериодная формы Периодической системы химических элементов Д. И. Менделеева. Периоды и группы. Физический смысл порядкового номера, номеров периода и группы элемента.

Строение атомов. Состав атомных ядер. Изотопы. Электроны. Строение электронных оболочек атомов первых 20 химических элементов Периодической системы Д. И. Менделеева. Характеристика химического элемента по его положению в Периодической системе Д. И. Менделеева.

Закономерности изменения радиуса атомов химических элементов, металлических и неметаллических свойств по группам и периодам.

Значение Периодического закона и Периодической системы химических элементов для развития науки и практики. Д. И. Менделеев – учёный и гражданин. Специфика ЦБП:

Элементы - коррозионисты. Почему хлор, сера и кислород разрушают арматуру выпарных станций при регенерации черного щелока. Позиция металла в ряду напряжений как критерий выбора стали для варочного котла.

Изотопный состав древесины северного региона (влияние климата Архангельской области на плотность волокна).

Химический эксперимент:

изучение образцов веществ металлов и неметаллов, взаимодействие гидроксида цинка с растворами кислот и щелочей, проведение опытов, иллюстрирующих примеры окислительно-восстановительных реакций (горение, реакции разложения, соединения).

Лабораторная работа №1: Качественные реакции на ионы хлора и сульфата (имитация анализа белого щелока — смеси NaOH и Na₂S).

Раздел 3. Химическая связь и строение вещества (10 часов)

Теория: Химическая связь. Ковалентная (полярная и неполярная) связь. Электроотрицательность химических элементов. Ионная связь. Металлическая связь. Кристаллические решетки. Специфика ЦБП:

Водородная связь — основа жизни дерева. Как молекулы воды (H₂O) разрывают структуру сухой целлюлозы при размоле, заставляя фибриллы набухать и гибко переплетаться. Без понимания водородной связи невозможно объяснить теорию размола целлюлозы.

Адсорбция смолистых веществ северной сосны, ели, экстрактивных веществ березы, осины на поверхности.

Расчетная задача: Расчет длины водородной связи между гидроксильными группами соседних цепей макромолекул целлюлозы и ее влияние на прочность листа бумаги на разрыв.

Раздел 4. Соединения химических классов. Растворы (25 часов)

Теория: Воздух – смесь газов. Состав воздуха. Кислород – элемент и простое вещество. Нахождение кислорода в природе, физические и химические свойства (реакции горения). Оксиды. Применение кислорода. Способы получения кислорода в лаборатории и промышленности. Круговорот кислорода в природе. Озон – аллотропная модификация кислорода.

Водород – элемент и простое вещество. Нахождение водорода в природе, физические и химические свойства, применение, способы получения. Кислоты и соли.

Молярный объём газов. Расчёты по химическим уравнениям.

Физические свойства воды. Вода как растворитель. Растворы. Насыщенные и ненасыщенные растворы. Растворимость веществ в воде. Массовая доля вещества в растворе. Химические свойства воды. Основания. Роль растворов в природе и в жизни человека. Круговорот воды в природе. Загрязнение природных вод. Охрана и очистка природных вод.

Классификация неорганических соединений. Оксиды. Классификация оксидов: солеобразующие (основные, кислотные, амфотерные) и несолеобразующие. Номенклатура оксидов. Физические и химические свойства оксидов. Получение оксидов.

Основания. Классификация оснований: щёлочи и нерастворимые основания. Номенклатура оснований. Физические и химические свойства оснований. Получение оснований.

Кислоты. Классификация кислот. Номенклатура кислот. Физические и химические свойства кислот. Ряд активности металлов Н. Н. Бекетова. Получение кислот.

Соли. Номенклатура солей. Физические и химические свойства солей. Получение солей.

Генетическая связь между классами неорганических соединений. Электролитическая диссоциация. Гидролиз солей. рН среды. Специфика ЦБП:

Белый и черный щелок. Белый щелок как смесь сильного основания (NaOH) и слабого электролита (Na₂S). Их роль в разрыве эфирных связей лигнина.

Кислотность в потоке. Постоянный контроль рН на разных стадиях: кислая среда при отбелке диоксидом хлора (рН≈3–4), щелочная среда при промывке целлюлозы (рН≈9–10).

Жесткость воды и борьба с накипью на ТЭЦ комбината. Роль фосфатов и полимеров.

Химический эксперимент:

качественное определение содержания кислорода в воздухе, получение, собирание, распознавание и изучение свойств кислорода, наблюдение взаимодействия веществ с кислородом и условия возникновения и прекращения горения (пожара), ознакомление с образцами оксидов и описание их свойств, получение, собирание, распознавание и изучение свойств водорода (горение), взаимодействие водорода с оксидом меди (II) (возможно использование видеоматериалов), наблюдение образцов веществ количеством 1 моль, исследование особенностей растворения веществ с различной растворимостью, приготовление растворов с определённой массовой долей растворённого вещества, взаимодействие воды с металлами (натрием и кальцием) (возможно использование видеоматериалов), исследование образцов неорганических веществ различных классов, наблюдение изменения окраски индикаторов в растворах кислот и щелочей, изучение взаимодействия оксида меди (II) с раствором серной кислоты, кислот с металлами, реакций нейтрализации, получение нерастворимых оснований, вытеснение одного металла другим из раствора соли, решение экспериментальных задач по теме «Важнейшие классы неорганических соединений».

Лабораторная работа №2: «Моделирование каустизации зеленого щелока». Реакция гашения извести: $\text{Ca(OH)}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow 2\text{NaOH} + \text{CaCO}_3 \downarrow$ Наблюдение за выпадением шлама, качественное и количественное определение карбоната кальция в бумаге.

Практическая работа №2: «Определение буферной емкости модельного раствора отработанного варочного раствора».

Раздел 5. Количественные отношения в химии. Стехиометрия (20 часов)

Теория: Количество вещества. Молярная масса. Закон сохранения массы. Выход продукта реакции. Специфика ЦБП:

Материальный баланс варочного отделения. Главный KPI (ключевой показатель эффективности) завода.

Разбор кейса: «Из одного складометра дров получается N кубометров технологической щепы. При выходе целлюлозы 48% и влажности 50%, сколько тонн абсолютно сухой целлюлозы будет отгружено потребителю? Учесть потери со сколом и корой (15%)».

Расход реагентов. Сколько тонн едкого натра нужно закупить у поставщика «Щекиноазот» или произвести самим методом ртутного/с мембранным электролизом, чтобы сварить партию в 500 тонн.

Решение задач: Задачи на избыток и недостаток применительно к дозированию антрахинона (ускорителя делигнификации) в котел непрерывной варки.

Раздел 6. Окислительно-восстановительные реакции (ОВР) (14 часов)

Теория: Степень окисления. Окислительно-восстановительные реакции. Процессы окисления и восстановления. Окислители и восстановители. Метод электронного баланса. Специфика ЦБП:

Делигнификация как окислительный процесс. Роль кислорода (O_2), пероксида водорода (H_2O_2) и диоксида хлора (ClO_2). Лигнин — это сложная фенольная структура, которая разрушается именно путем отрыва электронов.

Анодное окисление в процессе получения хлората натрия (сырья для синтеза диоксида хлора непосредственно на заводе — технология ECF-отбелки).

Демонстрационный опыт: Имитация отбелки. Обесцвечивание раствора перманганата калия ($KMnO_4$) или йода раствором сульфита натрия (Na_2SO_3) или перекиси.

Раздел 7. Энергетика химических реакций (10 часов)

Теория: Тепловой эффект химической реакции, термохимические уравнения, экзо- и эндотермические реакции. Топливо: уголь и метан. Загрязнение воздуха, усиление парникового эффекта, разрушение озонового слоя. Специфика ЦБП:

Варка целлюлозы — высокоэнергетический процесс. Температура в котле 160–170°C, давление около 8–10 атмосфер. Понятие автоклавного эффекта.

Автогидролиз древесины (предгидролиз) перед варкой лиственных пород для удаления гемицеллюлоз.

Утилизация тепла черных щелоков в содорегенерационном котлоагрегате (СРК). Черный щелок сжигается, возвращая энергию, затраченную на варку.

Итоговый проект 8 класса: (3 часа)

Тема: «Химическая биография бревна: превращение живой клетки сосны в товарную целлюлозу».

Формат: Интерактивная карта-схема. На большом плакате или цифровой модели ученик отмечает:

Какие химические элементы входят в состав заболони (C, H, O, N, зольные вещества).

Какие типы связей удерживают лигнин в дереве (эфирные, углерод-углеродные).

Какие химические реакции происходят при попадании бревна в рубительную машину (механическое разрушение) и далее в котел (химическое расщепление).

Баланс масс на входе и выходе. Защита проекта проходит в присутствии учителя химии и приглашенного мастера производственного обучения из КИТ.

9 класс

Концепция курса: «Управление процессом от щепы до готовой продукции»

Акцент смещается с описания веществ на управление скоростью реакций, равновесием и качеством продукта.

Раздел 1. Скорость химических реакций и химическое равновесие (12 часов)

Теория: Периодический закон. Периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева. Строение атомов. Закономерности в изменении свойств химических элементов первых трёх периодов, калия, кальция и их соединений в соответствии с положением элементов в Периодической системе и строением их атомов.

Строение вещества: виды химической связи. Типы кристаллических решёток, зависимость свойств вещества от типа кристаллической решётки и вида химической связи.

Классификация и номенклатура неорганических веществ. Химические свойства веществ, относящихся к различным классам неорганических соединений, генетическая связь неорганических веществ.

Классификация химических реакций по различным признакам (по числу и составу участвующих в реакции веществ, по тепловому эффекту, по изменению степеней окисления химических элементов, по обратимости, по участию катализатора). Экзо- и эндотермические реакции, термохимические уравнения.

Понятие о скорости химической реакции. Понятие об обратимых и необратимых химических реакциях. Понятие о гомогенных и гетерогенных реакциях. Понятие о катализе. Понятие о химическом равновесии. Факторы, влияющие на скорость химической реакции и положение химического равновесия.

Окислительно-восстановительные реакции, электронный баланс окислительно-восстановительной реакции. Составление уравнений окислительно-восстановительных реакций с использованием метода электронного баланса.

Зависимость скорости от природы веществ, концентрации, температуры (правило Вант-Гоффа, энергия активации). Катализаторы и ингибиторы. Принцип Ле Шателье. Специфика ЦБП:

Антрахинон как катализатор. Почему добавление ничтожных количеств антрахинона ($C_{14}H_8O_2$) ускоряет делигнификацию в котле непрерывной варки в разы, позволяя снизить температуру процесса или сократить время цикла.

Принцип Ле Шателье в регенерации. Как смещение равновесия позволяет эффективно каустизировать карбонат натрия обратно в щелочь в содорегенерационном котле.

Кейс-задача: «Инженер повысил температуру варки со 160° до 170 °С. Рассчитайте, во сколько раз ускорится реакция разрушения лигнина (приняв температурный коэффициент равным 3), и обоснуйте, почему нельзя поднимать температуру выше 175° С (деструкция самой целлюлозы)».

Химический эксперимент:

ознакомление с моделями кристаллических решёток неорганических веществ – металлов и неметаллов (графита и алмаза), сложных веществ (хлорида натрия), исследование зависимости скорости химической реакции от воздействия различных факторов, , опытов, иллюстрирующих примеры окислительно-восстановительных реакций (горение, реакции разложения, соединения), распознавание неорганических веществ с помощью качественных реакций на ионы, решение экспериментальных задач.

Раздел 2. Растворы. Теория электролитической диссоциации (16 часов)

Теория: Теория электролитической диссоциации. Электролиты и неэлектролиты. Катионы, анионы. Механизм диссоциации веществ с различными видами химической связи. Степень диссоциации. Сильные и слабые электролиты.

Реакции ионного обмена. Условия протекания реакций ионного обмена, полные и сокращённые ионные уравнения реакций. Свойства кислот, оснований и солей в свете представлений об электролитической диссоциации. Качественные реакции на ионы. Понятие о гидролизе солей.

Сильные и слабые электролиты. Реакции ионного обмена. Гидролиз солей. Ионное произведение воды. pH. Специфика ЦБП:

Химизм белого и зеленого щелока. Состав активной варочной смеси: гидросульфид-ион (HS^-) и гидроксид-ион (OH^-). Почему именно эта пара ионов атакует эфирные связи лигнина, но щадит гликозидные связи целлюлозы.

Отбелка ECF (Elemental Chlorine Free). Роль диоксида хлора (ClO_2). Это радикальный процесс. Понятие редокс-потенциала среды вместо простого pH для контроля стадии D0.

Очистка стоков. Биологическая роль аммоний-иона (NH_4^+) и фосфатов как питания для активного ила на очистных сооружениях комбината.

Химический эксперимент:

исследование электропроводности растворов веществ, процесса диссоциации кислот, щелочей и солей (возможно использование видео материалов), проведение опытов, иллюстрирующих признаки протекания реакций ионного обмена (образование осадка, выделение газа, образование воды)

Лабораторная работа №1: «Моделирование нейтрализации кислых сточных вод после ступени отбелки». Титрование раствора соляной кислоты модельным известковым молоком (Ca(OH)_2).

Раздел 3. Металлы и коррозия (14 часов)

Теория: Общая характеристика химических элементов – металлов на основании их положения в Периодической системе химических элементов Д. И. Менделеева и строения атомов. Строение металлов. Металлическая связь и металлическая кристаллическая решётка. Электрохимический ряд напряжений металлов. Физические и химические свойства металлов. Общие способы получения металлов. Понятие о коррозии металлов, основные способы защиты их от коррозии. Сплавы (сталь, чугун, дюралюминий, бронза) и их применение в быту и промышленности.

Щелочные металлы: положение в Периодической системе химических элементов Д. И. Менделеева, строение их атомов, нахождение в природе. Физические и химические свойства (на примере натрия и калия). Оксиды и гидроксиды натрия и калия. Применение щелочных металлов и их соединений.

Щелочноземельные металлы магний и кальций: положение в Периодической системе химических элементов Д. И. Менделеева, строение их атомов, нахождение в

природе. Физические и химические свойства магния и кальция. Важнейшие соединения кальция (оксид, гидроксид, соли). Жёсткость воды и способы её устранения.

Алюминий: положение в Периодической системе химических элементов Д. И. Менделеева, строение атома, нахождение в природе. Физические и химические свойства алюминия. Амфотерные свойства оксида и гидроксида алюминия.

Железо: положение в Периодической системе химических элементов Д. И. Менделеева, строение атома, нахождение в природе. Физические и химические свойства железа. Оксиды, гидроксиды и соли железа (II) и железа (III), их состав, свойства и получение.

Коррозия оборудования — главная статья расходов на ремонт ЦБК. Почему сварные швы выпарных аппаратов разрушаются быстрее из-за концентрирования хлоридов в черной жидкости.

Выбор конструкционных материалов: углеродистая сталь, нержавеющая сталь, титановые сплавы для работы со средами, содержащими свободный SO и ClO.

Магниевые аноды защиты трубопроводов гидротранспорта щепы.

Химический эксперимент:

ознакомление с образцами металлов и сплавов, их физическими свойствами, изучение результатов коррозии металлов (возможно использование видеоматериалов), особенностей взаимодействия оксида кальция и натрия с водой (возможно использование видеоматериалов), исследование свойств жёсткой воды, процесса горения железа в кислороде (возможно использование видеоматериалов), признаков протекания качественных реакций на ионы: магния, кальция, алюминия, цинка, железа (II) и железа (III), меди (II), наблюдение и описание процессов окрашивания пламени ионами натрия, калия и кальция (возможно использование видеоматериалов), исследование амфотерных свойств гидроксида алюминия и гидроксида цинка, решение экспериментальных задач по теме «Важнейшие металлы и их соединения».

Практикум: Коррозия гвоздя в растворе поваренной соли. Создание гальванического элемента из подручных средств (имитация пары «нержавейка/углеродистая сталь» в теплообменнике).

Раздел 4. Неметаллы (20 часов)

Общая характеристика галогенов. Особенности строения атомов, характерные степени окисления. Строение и физические свойства простых веществ — галогенов. Химические свойства на примере хлора (взаимодействие с металлами, неметаллами, щелочами). Хлороводород. Соляная кислота, химические свойства, получение, применение. Действие хлора и хлороводорода на организм человека. Важнейшие хлориды и их нахождение в природе.

Общая характеристика элементов VIA-группы. Особенности строения атомов, характерные степени окисления. Строение и физические свойства простых веществ — кислорода и серы. Аллотропные модификации кислорода и серы. Химические свойства серы. Сероводород, строение, физические и химические свойства. Оксиды серы как представители кислотных оксидов. Серная кислота, физические и химические свойства (общие как представителя класса кислот и специфические). Химические реакции, лежащие в основе промышленного способа получения серной кислоты. Применение серной кислоты. Соли серной кислоты, качественная реакция на сульфат-ион. Нахождение серы и её соединений в природе. Химическое загрязнение окружающей среды

соединениями серы (кислотные дожди, загрязнение воздуха и водоёмов), способы его предотвращения.

Общая характеристика элементов VA-группы. Особенности строения атомов, характерные степени окисления. Азот, распространение в природе, физические и химические свойства. Круговорот азота в природе. Аммиак, его физические и химические свойства, получение и применение. Соли аммония, их физические и химические свойства, применение. Качественная реакция на ионы аммония. Азотная кислота, её получение, физические и химические свойства (общие как представителя класса кислот и специфические). Использование нитратов и солей аммония в качестве минеральных удобрений. Химическое загрязнение окружающей среды соединениями азота (кислотные дожди, загрязнение воздуха, почвы и водоёмов). Фосфор, аллотропные модификации фосфора, физические и химические свойства. Оксид фосфора (V) и фосфорная кислота, физические и химические свойства, получение. Использование фосфатов в качестве минеральных удобрений.

Общая характеристика элементов IVA-группы. Особенности строения атомов, характерные степени окисления. Углерод, аллотропные модификации, распространение в природе, физические и химические свойства. Адсорбция. Круговорот углерода в природе. Оксиды углерода, их физические и химические свойства, действие на живые организмы, получение и применение. Экологические проблемы, связанные с оксидом углерода (IV), гипотеза глобального потепления климата, парниковый эффект. Угольная кислота и её соли, их физические и химические свойства, получение и применение. Качественная реакция на карбонат-ионы. Использование карбонатов в быту, медицине, промышленности и сельском хозяйстве.

Кремний, его физические и химические свойства, получение и применение. Соединения кремния в природе. Общие представления об оксиде кремния (IV) и кремниевой кислоте. Силикаты, их использование в быту, в промышленности. Важнейшие строительные материалы: керамика, стекло, цемент, бетон, железобетон. Проблемы безопасного использования строительных материалов в повседневной жизни.

Сера: Получение серной кислоты на месте (или закупка). Использование башенной или контактной серной кислоты для регулирования pH при размоле массы.

Хлор и его соединения: Переход промышленности к технологиям ECF (диоксид хлора) и TCF (полностью бесхлорная отбелка: кислород, озон, пероксид водорода). Экологический аспект: разница между токсичными диоксинами старого сульфатного метода и современными безопасными стандартами.

Азот: Производство азота на собственной воздухоразделительной станции предприятия. Азот как инертная среда для предотвращения взрыва пыли древесной муки в системах пневмотранспорта ДПЦ.

Фосфор: Роль фосфорной кислоты и полифосфатов в удержании наполнителя (мела/каолина) в структуре бумажного листа.

Химический эксперимент:

изучение образцов неорганических веществ, свойств соляной кислоты, проведение качественных реакций на хлорид-ионы и наблюдение признаков их протекания, опыты, отражающие физические и химические свойства галогенов и их соединений (возможно использование видеоматериалов), ознакомление с образцами хлоридов (галогенидов), ознакомление с образцами серы и её соединениями (возможно использование видеоматериалов), наблюдение процесса обугливания сахара под действием

концентрированной серной кислоты, изучение химических свойств разбавленной серной кислоты, проведение качественной реакции на сульфат-ион и наблюдение признака её протекания, ознакомление с физическими свойствами азота, фосфора и их соединений (возможно использование видеоматериалов), образцами азотных и фосфорных удобрений, получение, собирание, распознавание и изучение свойств аммиака, проведение качественных реакций на ион аммония и фосфат-ион и изучение признаков их протекания, взаимодействие концентрированной азотной кислоты с медью (возможно использование видеоматериалов), изучение моделей кристаллических решёток алмаза, графита, фуллерена, ознакомление с процессом адсорбции растворённых веществ активированным углём и устройством противогаса, получение, собирание, распознавание и изучение свойств углекислого газа, проведение качественных реакций на карбонат и силикат-ионы и изучение признаков их протекания, ознакомление с продукцией силикатной промышленности, решение экспериментальных задач по теме «Важнейшие неметаллы и их соединения».

Раздел 5. Химия полимеров и поверхностно-активных веществ (ПАВ) (14 часов)

Теория: Первоначальные понятия об органических веществах как о соединениях углерода (метан, этан, этилен, ацетилен, этанол, глицерин, уксусная кислота). Природные источники углеводов (уголь, природный газ, нефть), продукты их переработки (бензин), их роль в быту и промышленности. Понятие о биологически важных веществах: жирах, белках, углеводах – и их роли в жизни человека. Материальное единство органических и неорганических соединений.

Мономеры, полимеры, степень полимеризации. Натуральные и синтетические волокна. Специфика ЦБП:

Макромолекула целлюлозы. Кристаллические и аморфные области. Почему бумага боится кислоты (деполимеризация — эффект пожелтения старых газет из-за кислой проклейки канифолью).

Проклейка бумаги. От канифольного клея к АКД-дисперсиям (алкилкетеновый димер). Механизм закрепления гидрофобизатора на волокне.

Удерживающие системы: использование катионных крахмалов и синтетических полиакриламидов (ПАА) для связывания мелкого волокна и наполнителя.

Демонстрация: Изготовление гидрогеля на основе поливинилового спирта (аналог суперабсорбирующих слоев, анионная и катионная потребность и Дзета потенциал целлюлозной массы. Заряд химикатов.

Раздел 6. Химический контроль качества и аналитика (14 часов)

Вещества и материалы в повседневной жизни человека. Безопасное использование веществ и химических реакций в быту. Первая помощь при химических ожогах и отравлениях.

Химическое загрязнение окружающей среды (предельная допустимая концентрация веществ, далее – ПДК). Роль химии в решении экологических проблем.

Переход от теории к работе лаборанта-аналитика.

Контроль варки: Определение числа Каппа (остаточный лигнин). Метод основан на окислении лигнина раствором перманганата калия, остаточная щелочность.

Контроль отбелки: Определение белизны по ГОСТу (коэффициент отражения синего света, жесткость по Беркману).

Контроль стоков: БПК (биохимическое потребление кислорода) и ХПК (химическое потребление кислорода). Что это такое и почему завод платит штрафы за превышение этих показателей.

Химический эксперимент:

изучение образцов материалов (стекло, сплавы металлов, полимерные материалы).

Лабораторная работа №2: «Определение степени помола (градусы Шоппер-Риглера, °SR)». Анализ того, как время нахождения и иные показатели массы в дисковом рафинере влияет на обезвоживание полотна на сетке бумагоделательной машины.

Лабораторная работа №3: «Анализ зольности бумаги». Сжигание образца в тигле до постоянной массы для определения количества минерального наполнителя мела.

Раздел 7. Основы органической химии применительно к ЦБП (8 часов)

Теория: Функциональные группы. Гомологический ряд метана. Специфика ЦБП.

Лигнин как природный фенольный полимер. Его строение упрощенно. Почему он коричневый (хромофорные группы).

Экстрактивные вещества хвойных пород северного региона. Смоляные и жирные кислоты. Их влияние на пенообразование в промывных прессах и способы борьбы (использование силиконовых пеногасителей, содержание смол и жиров в беленой целлюлозе – лиственной и хвойной)

Формальдегид и мочевино-формальдегидные смолы в производстве влагостойкой упаковки (картона).

Итоговый проект 9 класса (4 часа)

Тема А (инженерный расчет): «Разработка рецептуры картона для плоских слоев гофрокартона плотностью 125 г/м²». Расчет необходимого соотношения хвойной (для прочности на разрыв) и лиственной (для гладкости печати) целлюлозы.

Тема Б (экологический кейс): «Замкнутый цикл водооборота цеха №...». Проект локальной очистки оборотной воды конкретного узла для снижения ее электропроводности и предотвращения отложений на сушильных цилиндрах.

Формат: Демонстрационный экзамен. Ученики получают зашифрованную пробу («промышленный образец»), проводят серию анализов (рН, фильтруемость, качественная реакция на примесь) и пишут технологическую карту решения проблемы брака. Защита проходит перед комиссией с участием преподавателей КИТ.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ ПО ХИМИИ НА УРОВНЕ ОСНОВНОГО ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

ЛИЧНОСТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Личностные результаты освоения программы основного общего образования достигаются в ходе обучения химии в единстве учебной и воспитательной деятельности в соответствии с традиционными российскими социокультурными и духовно-нравственными ценностями, принятыми в обществе правилами и нормами поведения и способствуют процессам самопознания, саморазвития и социализации обучающихся.

Личностные результаты отражают готовность обучающихся руководствоваться системой позитивных ценностных ориентаций и расширение опыта деятельности на её основе, в том числе в части:

1) патриотического воспитания:

ценностного отношения к отечественному культурному, историческому и научному наследию, понимания значения химической науки в жизни современного общества, способности владеть достоверной информацией о передовых достижениях и открытиях мировой и отечественной химии, заинтересованности в научных знаниях об устройстве мира и общества;

2) гражданского воспитания:

представления о социальных нормах и правилах межличностных отношений в коллективе, коммуникативной компетентности в общественно полезной, учебно-исследовательской, творческой и других видах деятельности, готовности к разнообразной совместной деятельности при выполнении учебных, познавательных задач, выполнении химических экспериментов, создании учебных проектов, стремления к взаимопониманию и взаимопомощи в процессе этой учебной деятельности, готовности оценивать своё поведение и поступки своих товарищей с позиции нравственных и правовых норм с учётом осознания последствий поступков;

3) ценности научного познания:

мировоззренческие представления о веществе и химической реакции, соответствующие современному уровню развития науки и составляющие основу для понимания сущности научной картины мира, представления об основных закономерностях развития природы, взаимосвязях человека с природной средой, о роли химии в познании этих закономерностей;

познавательные мотивы, направленные на получение новых знаний по химии, необходимые для объяснения наблюдаемых процессов и явлений, познавательной, информационной и читательской культуры, в том числе навыков самостоятельной работы с учебными текстами, справочной литературой, доступными техническими средствами информационных технологий;

интерес к обучению и познанию, любознательность, готовность и способность к самообразованию, проектной и исследовательской деятельности, к осознанному выбору направленности и уровня обучения в дальнейшем;

осознанный выбор вектора профессионального развития в сторону индустриальной химии, формирование культуры безопасного поведения: автоматическое применение правил ТБ при работе с веществами, понимание иерархии производственной безопасности;

4) формирования культуры здоровья:

осознание ценности жизни, ответственного отношения к своему здоровью, установки на здоровый образ жизни, осознание последствий и неприятие вредных привычек (употребления алкоголя, наркотиков, курения), необходимости соблюдения правил безопасности при обращении с химическими веществами в быту и реальной жизни;

5) трудового воспитания:

интерес к практическому изучению профессий и труда различного рода, уважение к труду и результатам трудовой деятельности, в том числе на основе применения предметных знаний по химии, осознанный выбор индивидуальной траектории продолжения образования с учётом личностных интересов и способности к химии, общественных интересов и потребностей, успешной профессиональной деятельности и развития необходимых умений, готовность адаптироваться в профессиональной среде;

б) экологического воспитания:

экологически целесообразное отношение к природе как источнику жизни на Земле, основе её существования, понимание ценности здорового и безопасного образа жизни, ответственное отношение к собственному физическому и психическому здоровью, осознание ценности соблюдения правил безопасного поведения при работе с веществами, а также в ситуациях, угрожающих здоровью и жизни людей;

способности применять знания, получаемые при изучении химии, для решения задач, связанных с окружающей природной средой, для повышения уровня экологической культуры, осознания глобального характера экологических проблем и путей их решения посредством методов химии, экологического мышления, умения руководствоваться им в познавательной, коммуникативной и социальной практике;

экологическое сознание: понимание того, что отходы одного этапа (черный щелок) являются топливом для другого.

МЕТАПРЕДМЕТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

В составе метапредметных результатов выделяют значимые для формирования мировоззрения общенаучные понятия (закон, теория, принцип, гипотеза, факт, система, процесс, эксперимент и другое.), которые используются в естественно-научных учебных предметах и позволяют на основе знаний из этих предметов формировать представление о целостной научной картине мира, и универсальные учебные действия (познавательные, коммуникативные, регулятивные), которые обеспечивают формирование готовности к самостоятельному планированию и осуществлению учебной деятельности.

Познавательные универсальные учебные действия

Базовые логические действия:

умения использовать приёмы логического мышления при освоении знаний: раскрывать смысл химических понятий (выделять их характерные признаки, устанавливать взаимосвязь с другими понятиями), использовать понятия для объяснения отдельных фактов и явлений, выбирать основания и критерии для классификации химических веществ и химических реакций, устанавливать причинно-следственные связи между объектами изучения, строить логические рассуждения (индуктивные, дедуктивные, по аналогии), делать выводы и заключения;

умение применять в процессе познания понятия (предметные и метапредметные), символические (знаковые) модели, используемые в химии, преобразовывать широко применяемые в химии модельные представления – химический знак (символ элемента), химическая формула и уравнение химической реакции – при решении учебно-

познавательных задач, с учётом этих модельных представлений выявлять и характеризовать существенные признаки изучаемых объектов – химических веществ и химических реакций, выявлять общие закономерности, причинно-следственные связи и противоречия в изучаемых процессах и явлениях;

владение методами контроля точности измерений (оценка погрешности взвешивания и титрования);

Базовые исследовательские действия

умение использовать поставленные вопросы в качестве инструмента познания, а также в качестве основы для формирования гипотезы по проверке правильности высказываемых суждений;

приобретение опыта по планированию, организации и проведению ученических экспериментов, умение наблюдать за ходом процесса, самостоятельно прогнозировать его результат, формулировать обобщения и выводы по результатам проведённого опыта, исследования, составлять отчёт о проделанной работе;

Работа с информацией

умение выбирать, анализировать и интерпретировать информацию различных видов и форм представления, получаемую из разных источников (научно-популярная литература химического содержания, справочные пособия, ресурсы Интернета), критически оценивать противоречивую и недостоверную информацию;

умение применять различные методы и запросы при поиске и отборе информации и соответствующих данных, необходимых для выполнения учебных и познавательных задач определённого типа, приобретение опыта в области использования информационно-коммуникативных технологий, овладение культурой активного использования различных поисковых систем, самостоятельно выбирать оптимальную форму представления информации и иллюстрировать решаемые задачи несложными схемами, диаграммами, другими формами графики и их комбинациями;

умение использовать и анализировать в процессе учебной и исследовательской деятельности информацию о влиянии промышленности, сельского хозяйства и транспорта на состояние окружающей природной среды;

навык чтения простых P&ID схем (схем расположения трубопроводов и арматуры) применительно к узлам подачи реагентов;

Коммуникативные универсальные учебные действия:

умения задавать вопросы (в ходе диалога и (или) дискуссии) по существу обсуждаемой темы, формулировать свои предложения относительно выполнения предложенной задачи;

умения представлять полученные результаты познавательной деятельности в устных и письменных текстах; делать презентацию результатов выполнения химического эксперимента (лабораторного опыта, лабораторной работы по исследованию свойств веществ, учебного проекта);

умения учебного сотрудничества со сверстниками в совместной познавательной и исследовательской деятельности при решении возникающих проблем на основе учёта общих интересов и согласования позиций (обсуждения, обмен мнениями, «мозговые штурмы», координация совместных действий, определение критериев по оценке качества выполненной работы и другие);

Регулятивные универсальные учебные действия:

умение самостоятельно определять цели деятельности, планировать, осуществлять, контролировать и при необходимости корректировать свою деятельность, выбирать наиболее эффективные способы решения учебных и познавательных задач, самостоятельно составлять или корректировать предложенный алгоритм действий при выполнении заданий с учётом получения новых знаний об изучаемых объектах – веществах и реакциях, оценивать соответствие полученного результата заявленной цели, умение использовать и анализировать контексты, предлагаемые в условии заданий;

умение переносить модель из школьной пробирки в масштаб промышленного реактора (абстрагирование).

ПРЕДМЕТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

В составе предметных результатов по освоению обязательного содержания, установленного данной федеральной рабочей программой, выделяют: освоенные обучающимися научные знания, умения и способы действий, специфические для предметной области «Химия», виды деятельности по получению нового знания, его интерпретации, преобразованию и применению в различных учебных и новых ситуациях.

К концу обучения в **8 классе** предметные результаты на базовом уровне должны отражать сформированность у обучающихся умений:

- раскрывать смысл основных химических понятий: атом, молекула, химический элемент, простое вещество, сложное вещество, смесь (однородная и неоднородная), валентность, относительная атомная и молекулярная масса, количество вещества, моль, молярная масса, массовая доля химического элемента в соединении, молярный объём, оксид, кислота, основание, соль, электроотрицательность, степень окисления, химическая реакция, классификация реакций: реакции соединения, реакции разложения, реакции замещения, реакции обмена, экзо- и эндотермические реакции, тепловой эффект реакции, ядро атома, электронный слой атома, атомная орбиталь, радиус атома, химическая связь, полярная и неполярная ковалентная связь, ионная связь, ион, катион, анион, раствор, массовая доля вещества (процентная концентрация) в растворе;
- иллюстрировать взаимосвязь основных химических понятий и применять эти понятия при описании веществ и их превращений;
- использовать химическую символику для составления формул веществ и уравнений химических реакций;
- определять валентность атомов элементов в бинарных соединениях, степень окисления элементов в бинарных соединениях, принадлежность веществ к определённому классу соединений по формулам, вид химической связи (ковалентная и ионная) в неорганических соединениях;
- раскрывать смысл Периодического закона Д. И. Менделеева: демонстрировать понимание периодической зависимости свойств химических элементов от их положения в Периодической системе, законов сохранения массы веществ, постоянства состава, атомно-молекулярного учения, закона Авогадро;
- описывать и характеризовать табличную форму Периодической системы химических элементов: различать понятия «главная подгруппа (А-группа)» и «побочная подгруппа (Б-группа)», малые и большие периоды, соотносить обозначения, которые имеются в таблице «Периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева» с числовыми характеристиками строения атомов

химических элементов (состав и заряд ядра, общее число электронов и распределение их по электронным слоям);

- классифицировать химические элементы, неорганические вещества, химические реакции (по числу и составу участвующих в реакции веществ, по тепловому эффекту);
- характеризовать (описывать) общие химические свойства веществ различных классов, подтверждая описание примерами молекулярных уравнений соответствующих химических реакций;
- прогнозировать свойства веществ в зависимости от их качественного состава, возможности протекания химических превращений в различных условиях;
- вычислять относительную молекулярную и молярную массы веществ, массовую долю химического элемента по формуле соединения, массовую долю вещества в растворе, проводить расчёты по уравнению химической реакции;
- применять основные операции мыслительной деятельности – анализ и синтез, сравнение, обобщение, систематизацию, классификацию, выявление причинно-следственных связей – для изучения свойств веществ и химических реакций, естественно-научные методы познания – наблюдение, измерение, моделирование, эксперимент (реальный и мысленный);
- следовать правилам пользования химической посудой и лабораторным оборудованием, а также правилам обращения с веществами в соответствии с инструкциями по выполнению лабораторных химических опытов по получению и собиранию газообразных веществ (водорода и кислорода), приготовлению растворов с определённой массовой долей растворённого вещества, планировать и проводить химические эксперименты по распознаванию растворов щелочей и кислот с помощью индикаторов (лакмус, фенолфталеин, метилоранж и другие);
- свободно классифицируют вещества ЦБП (белый, зелёный, чёрный щелок; сырой таловый масло) по классам соединений. Проводят расчёты молярной массы, массовой доли и теплового эффекта реакций варки;
 - **Отраслевые компетенции.** Объясняют механизм набухания целлюлозы через теорию водородных связей, моделируют процесс очистки речной воды. Рассчитывают длину водородной связи и обосновывают её прочность бумажного листа.

К концу обучения в **9 классе** предметные результаты на базовом уровне должны отражать сформированность у обучающихся умений:

- раскрывать смысл основных химических понятий: химический элемент, атом, молекула, ион, катион, анион, простое вещество, сложное вещество, валентность, электроотрицательность, степень окисления, химическая реакция, химическая связь, тепловой эффект реакции, моль, молярный объём, раствор, электролиты, неэлектролиты, электролитическая диссоциация, реакции ионного обмена, катализатор, химическое равновесие, обратимые и необратимые реакции, окислительно-восстановительные реакции, окислитель, восстановитель, окисление и восстановление, аллотропия, амфотерность, химическая связь (ковалентная, ионная, металлическая), кристаллическая решётка, коррозия металлов, сплавы, скорость химической реакции, предельно допустимая концентрация ПДК вещества;

- иллюстрировать взаимосвязь основных химических понятий и применять эти понятия при описании веществ и их превращений;
- использовать химическую символику для составления формул веществ и уравнений химических реакций;
- определять валентность и степень окисления химических элементов в соединениях различного состава, принадлежность веществ к определённому классу соединений по формулам, вид химической связи (ковалентная, ионная, металлическая) в неорганических соединениях, заряд иона по химической формуле, характер среды в водных растворах неорганических соединений, тип кристаллической решётки конкретного вещества;
- раскрывать смысл Периодического закона Д. И. Менделеева и демонстрировать его понимание: описывать и характеризовать табличную форму Периодической системы химических элементов: различать понятия «главная подгруппа (А-группа)» и «побочная подгруппа (Б-группа)», малые и большие периоды, соотносить обозначения, которые имеются в периодической таблице, с числовыми характеристиками строения атомов химических элементов (состав и заряд ядра, общее число электронов и распределение их по электронным слоям), объяснять общие закономерности в изменении свойств элементов и их соединений в пределах малых периодов и главных подгрупп с учётом строения их атомов;
- классифицировать химические элементы, неорганические вещества, химические реакции (по числу и составу участвующих в реакции веществ, по тепловому эффекту, по изменению степеней окисления химических элементов);
- характеризовать (описывать) общие и специфические химические свойства простых и сложных веществ, подтверждая описание примерами молекулярных и ионных уравнений соответствующих химических реакций;
- составлять уравнения электролитической диссоциации кислот, щелочей и солей, полные и сокращённые уравнения реакций ионного обмена, уравнения реакций, подтверждающих существование генетической связи между веществами различных классов;
- раскрывать сущность окислительно-восстановительных реакций посредством составления электронного баланса этих реакций;
- прогнозировать свойства веществ в зависимости от их строения, возможности протекания химических превращений в различных условиях;
- вычислять относительную молекулярную и молярную массы веществ, массовую долю химического элемента по формуле соединения, массовую долю вещества в растворе, проводить расчёты по уравнению химической реакции;
- соблюдать правила пользования химической посудой и лабораторным оборудованием, а также правила обращения с веществами в соответствии с инструкциями по выполнению лабораторных химических опытов по получению и собиранию газообразных веществ (аммиака и углекислого газа);
- проводить реакции, подтверждающие качественный состав различных веществ: распознавать опытным путём хлорид-, бромид-, иодид-, карбонат-, фосфат-, силикат-, сульфат-, гидроксид-ионы, катионы аммония и ионы изученных металлов, присутствующие в водных растворах неорганических веществ;

- применять основные операции мыслительной деятельности – анализ и синтез, сравнение, обобщение, систематизацию, выявление причинно-следственных связей – для изучения свойств веществ и химических реакций, естественно-научные методы познания – наблюдение, измерение, моделирование, эксперимент (реальный и мысленный);
- применяют метод электронного баланса к сложным многокомпонентным системам, определяют направление смещения химического равновесия. Проводят количественный анализ растворов методом титрования;
- Отраслевые компетенции: Обосновывают роль антрахинона как катализатора делигнификации и рассчитывают ускорение реакции при изменении температуры. Интерпретируют показатель числа Каппа как меру остаточного лигнина и критерий готовности целлюлозы к отбелке. Объясняют химизм разрушения сварных швов выпарных станций хлорид-ионами и выбирают способы антикоррозионной защиты (анодная защита, легирование стали). Различают принципы ECF и TCF-отбелки, оценивая их влияние на редокс-потенциал среды.

**ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ
8 КЛАСС**

№ п/п	Наименование разделов и тем программы	Количество часов			Электронные (цифровые) образовательные ресурсы
		Всего	Контрольные работы	Практические работы	
Раздел 1. Основные понятия химии и техника лабораторных работ					
1.1	Химия — важная область естествознания и практической деятельности человека	8		3	Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/7f41837c
1.2	Вещества и химические реакции	2	1		Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/7f41837c
Итого по разделу		10			
Раздел 2. Строение атома. Периодический закон					
2.1,	Периодический закон и Периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева. Строение атома	6			
2.2	Изотопный состав древесины северного региона	4		1	
Итого по разделу		10			
Раздел 3. Химическая связь и строение вещества					

№ п/п	Наименование разделов и тем программы	Количество часов			Электронные (цифровые) образовательные ресурсы
		Всего	Контрольные работы	Практические работы	
3.1	Химическая связь	7			
3.2.	Водородная связь — основа жизни дерева.	3		1	
Итого по разделу		10			
Раздел 4. Соединения химических классов. Растворы					
4.1	Воздух. Кислород. Понятие об оксидах	5		1	
4.2	Водород. Понятие о кислотах и солях	5		1	
4.3	Вода. Растворы. Понятие об основаниях	5			
4.4	Основные классы неорганических соединений	5		3	
4.5	Кислотность в потоке. Жесткость воды	5	1	1	
Итого по разделу		5			
Раздел 5. Количественные отношения в химии. Стехиометрия					
5.1	Количественные законы	10			

№ п/п	Наименование разделов и тем программы	Количество часов			Электронные (цифровые) образовательные ресурсы
		Всего	Контрольные работы	Практические работы	
5.2.	Материальный баланс варочного отделения	10	1		
Итого по разделу		20			
Раздел 6. Окислительно-восстановительные реакции					
6.1.	Окислительно-восстановительные реакции	8			
6.2	Специфика ЦБП: Делигнификация	6			
Итого по разделу		14			
Раздел 7. Энергетика химических реакций					
7.1	Тепловой эффект химической реакции, термохимические уравнения	6			
7.2	Варка целлюлозы — высокоэнергетический процесс	4	1		
Итого по разделу		10			
Итоговый проект 8 класса (вместо повторения) – 3 часа					
ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ		102	4	11	

9 КЛАСС

№ п/п	Наименование разделов и тем программы	Количество часов			Электронные (цифровые) образовательные ресурсы
		Всего	Контрольные работы	Практические работы	
Раздел 1. Скорость химических реакций и химическое равновесие					
1.1	Повторение и углубление знаний основных разделов курса 8 класса	7	1		Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/7f41a636
1.2	Основные закономерности химических реакций	5			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/7f41a636
Итого по разделу		12			
Растворы. Теория электролитической диссоциации					
2.1	Теория электролитической диссоциации. Электролиты и неэлектролиты.	4		1	
2.2.	Реакции ионного обмена.	4	1	1	
2.3	Химизм белого и зеленого щелока.	4			
2.4	Очистка стоков. Биологическая роль	4			
Итого по разделу		16			
Раздел 3. Металлы и коррозия					
3.1	Общие свойства металлов	4			
3.2	Важнейшие металлы и их соединения	6	1	2	
3.3.	Коррозия металлов	4		1	
Итого по разделу		14			
Раздел 4. Неметаллы					
4.1	Общая характеристика химических	4		1	

	элементов VIIA-группы. Галогены				
4.2	Общая характеристика химических элементов VIA-группы. Сера и её соединения	4		1	
4.3	Общая характеристика химических элементов VA-группы. Азот, фосфор и их соединения	4		1	
4.4	Общая характеристика химических элементов IVA-группы. Углерод и кремний и их соединения	4	1	1	
4.5	Неметаллы в производстве ЦБП	4		1	
Итого по разделу		20			
Раздел 5. Химия полимеров и поверхностно-активных веществ (ПАВ)					
5.1	Первоначальные понятия об органических веществах как о соединениях углерода	4			
5.2	Макромолекула целлюлозы. Кристаллические и аморфные области	6			
5.3	Удерживающие системы	4			
Итого по разделу		14			
Раздел 6. Химический контроль качества и аналитика					
6.1	Вещества и материалы в жизни человека	7			
6.2	Контроль варки: Определение числа Каппа	7		2	
Итого по разделу		14			
Раздел 7. Основы органической химии применительно к ЦБП					
7.1	Лигнин как природный фенольный полимер	8			

Итого по разделу	8			
Итоговый проект 9 класса (вместо повторения)(4 часа)				
ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ	102	4	13	

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Дополнительная общеразвивающая программа «Эвристиада»

8 класс: Фундамент («Химия древесины и базовые физико-химические процессы»)

Задача года: Понять, из чего состоит дерево как сырье и какие базовые химические реакции лежат в основе получения целлюлозы. Для этого реализуется программа курса внеурочной деятельности «Эвристиада»

Пояснительная записка

Целлюлозно-бумажная промышленность (ЦБП) является стратегической отраслью экономики, особенно для регионов Северо-Запада России. Город Коряжма и расположенный на его территории филиал АО «Группа «Илим» — один из крупнейших центров лесохимии в Европе. Кадровый запрос профильных предприятий Архангельской области ориентирован на подготовку специалистов нового типа: инженеров-химиков-технологов, способных работать не только с ретортами и колбами, но и с автоматизированными системами управления технологическими процессами (АСУТП), цифровыми двойниками производств и беспилотными авиационными комплексами.

Программа внеурочной деятельности разработана в соответствии с требованиями ФГОС ООО и направлена на раннюю профессиональную ориентацию школьников 8–9 классов. Она реализует концепцию практико-ориентированного обучения через интеграцию химии, физики, биологии, экологии и робототехники на базе реального регионального кейса.

Цель курса: формирование у обучающихся целостного инженерно-технологического мышления на примере полного цикла производства целлюлозы, бумаги и картона; создание основы для осознанного выбора инженерных специальностей химической направленности.

Задачи курса:

- **Образовательные:** раскрыть физико-химическую сущность процессов делигнификации, отбелки и формования бумажного полотна; изучить принципы работы основного технологического оборудования ЦБП;

- **Развивающие:** развить навыки решения расчетных задач на материальный баланс, критического анализа технологических схем, проектирования простых алгоритмов автоматизации и сборки элементов БАС.

- **Воспитательные:** сформировать культуру безопасного труда и экологическую ответственность; воспитать уважение к индустриальному наследию и труду работников градообразующего предприятия.

Место курса в учебном плане: Программа рассчитана на два года обучения (8–9 классы). Общий объем — 68 часов (по 1 часу в неделю в рамках плана внеурочной деятельности).

Особенности реализации: Блоки 3 и частично 5 реализуются на базе лабораторий и мастерских партнерского техникума или центра дополнительного образования. Экскурсионный модуль требует согласования со службой безопасности предприятия.

Возрастные особенности обучающихся: В возрасте 13–15 лет подростки переходят от наглядно-образного к абстрактно-логическому мышлению. Курс использует этот переход: от осязаемых опытов с древесиной в 8 классе обучающиеся переходят к стехиометрическим расчетам, моделированию потоков и программированию логики контроллеров в 9 классе.

Блок 1. Введение в химическую технологию (3 часа)

Роль химии в современной промышленности. Классификация химических производств. Основы аналитической химии: методы разделения смесей, хроматография, титриметрический анализ. Роль инженера-технолога на современном производстве. Отраслевая специфика северных предприятий.

Техника безопасности в химической лаборатории и на промышленном объекте (аналогии). Основы промышленной экологии.

Материальный баланс: базовое понятие (*сколько сырья вошло — сколько продукта вышло*). Решение задач на выход готовой бумаги из кубометра леса. Исследование свойств воды, анализ качества бумаги, определение кислотности растворов, изучение полимеров.

Блок 2. Химия растительного сырья (12 часов)

Анатомия древесины применительно к производству: заболонь и ядро, влияние возраста дерева на качество волокна.

Основные компоненты древесины: целлюлоза, гемицеллюлозы, лигнин, экстрактивные вещества (смолы, терпены северной сосны и ели). Их роль в прочности будущего картона.

Макро- и микроэлементы питания лесов Архангельской области, влияющие на свойства древесины.

Качественные реакции на функциональные группы полисахаридов. Лабораторная работа: выделение лигнина из опилок.

Блок 3. Процессы и аппараты: механика и вода (5 часов)

Почему химия ЦБП невозможна без механики.

Гидро- и аэродинамика в процессах производства. Основы теплотехники: теплообменные процессы на заводе. Механика материалов.

Гидротранспорт щепы. Плотность целлюлозы, расчет скорости потока в трубопроводах.

Размол и размалывание: теория гидратации волокна. Как ножи мельницы меняют длину и гибкость фибриллы. Практическая работа на лабораторном приборе по определению длины волокна.

Водоподготовка на производстве. Жесткость воды, ПАВ, коагуляция. Очистка речной воды перед подачей в цикл.

Блок 4. «Цифровой техник: БАС и мониторинг» (Технологический уровень) (5 часов)

Беспилотные авиационные системы (БАС) в лесопромышленном комплексе: мониторинг лесов, инспекция трубопроводов и ЛЭП.

Практика (мастерские техникума): Сборка и разборка «Геоскан Пионер». Изучение полетного контроллера, настройка датчиков, отработка навыков предполетной подготовки.

Связь с производством: Роль БАС в обеспечении безопасности и эффективности лесозаготовки.

Блок 5. Проектный модуль 8 класса (9 часов)

Кейс: «Оптимизация сортировки щепы». Школьники получают образцы щепы разного размера, анализируют фракционный состав и рассчитывают потери выхода целлюлозы при нарушении геометрии.

Экскурсия (очная или виртуальная) в древесно-подготовительный цех (ДПЦ).

Промежуточный результат 8 класса: Ученик понимает физико-химическую природу древесного волокна и видит разницу между механической очисткой и химическим разделением компонентов дерева.

9 класс: Профиль («Технология производства и контроль качества»)

Задача года: Изучить основные пределы конкретного завода в Коряжме, методы контроля и автоматизацию.

Блок 1. Технологии варки целлюлозы (8 часов)

Сульфатный способ (крафт-процесс) как основной для коряжемского ЦБК. Химизм делигнификации. Роль белого и черного щелока.

Отличие сульфатного процесса от сульфитного (почему в Коряжме выбран именно он — устойчивость к смолистости хвойных пород).

Реакторы периодического и непрерывного действия (варочные котлы). Физика процесса: температура, давление, гидравлический удар.

Составление схемы потоков типичного варочного цеха.

Блок 2. Отбелка и производство бумаги (6 часов)

Многостадийная отбелка (ESCF — элементно-хлорфри). Почему хлор заменяют на диоксид хлора и перекись водорода. Экологический аспект.

Формование бумажного полотна на сеточном столе. Ретенция, обезвоживание, прессование, сушка. Поверхностная проклейка и мелование.

Лабораторный практикум: ручное формование листа бумаги, определение ее впитывающей способности и разрывной длины.

Блок 3. Замкнутый водооборот и экология (6 часов)

Главная особенность современных российских ЦБК — аэротенки и биологическая очистка.

Микробиология активного ила. Как бактерии съедают остаточный лигнин.

Расчет предельно допустимых концентраций (ПДК). Анализ проб модельных сточных вод на БПК (биохимическое потребление кислорода) и ХПК (химическое).

Блок 4. Автоматизация и цифровизация (ADRAS, MES-системы) (4 часа)

Датчики pH, температуры, концентрации сухих веществ, мутности в реальном времени.

Работа с интерфейсами АСУТП (на учебных тренажерах или симуляторах): стабилизация степени помола массы, управление расходом реагентов.

Понятие о цифровых двойниках технологических линий.

Блок 5. Проектный модуль 9 класса (выпускной проект) (10 часов)

Варианты проектов:

1. *Технологический:* «Снижение расхода диоксида хлора на стадии отбелки на 5% путем оптимизации pH» (расчетный проект на основе открытых нормативов).

2. *Экологический:* «Проект модернизации вторичного отстойника для снижения выноса взвешенных веществ», «Экологический мониторинг чистоты воды»

3. *Материаловедческий:* «Разработка состава офисной бумаги повышенной пухлости», «Сравнительный анализ прочности разных видов бумаги», «Моделирование автоматизированной системы подачи сырья»

4. *Цифровой:* Создание алгоритма (в среде Scratch/Python или Excel) для предсказания Карра-числа целлюлозы по температуре и времени варки.

Результат: Публичная защита проекта перед экспертами (педагоги школы, преподаватели техникума, специалисты комбината).

Планируемые результаты освоения курса

В результате прохождения программы обучающийся достигнет следующих образовательных результатов:

Личностные результаты:

- Осознание российской гражданской идентичности через причастность к ключевой отрасли отечественной промышленности.

- Сформированность мотивации к обучению и целенаправленной познавательной деятельности, готовность к продолжению образования по инженерным и химико-технологическим направлениям.
- Бережное отношение к природным ресурсам Севера, понимание принципов устойчивого развития и циклической экономики на примере замкнутого водооборота ЦБК.
- Навыки сотрудничества со взрослыми (инженерами, преподавателями техникума) и сверстниками в ходе проектной деятельности.

Метапредметные результаты:

Группа УУД	Результаты
Регулятивные	• Способность самостоятельно ставить учебные цели, планировать этапы выполнения лабораторных и проектных работ. Умение контролировать параметры процесса (температура, время, pH) и корректировать свои действия при отклонении от методики. Навык оценки достоверности полученных экспериментальных данных и расчета погрешности выхода продукта.
Познавательные	• Установление причинно-следственных связей между анатомией древесины, ее химическим составом и свойствами конечного картона. Моделирование химических реакций сульфатной варки и биологических процессов очистки сточных вод в аэротенках. Понимание языка чертежей и P&ID-схем (схем трубопроводов и КИП). ИКТ-компетентность: работа с симуляторами АСУТП, средами блочного программирования (Scratch/Python), анализ телеметрии БАС.
Коммуникативные	• Развитие навыков публичного выступления при защите выпускного проекта перед смешанной экспертной комиссией. Умение аргументированно отстаивать технико-экономическое обоснование своего проекта, используя расчеты материального баланса. Способность грамотно запрашивать технические данные у наставников-практиков.

Предметные результаты (на конец 9 класса):

Выпускник научится:

- Составлять схему материальных потоков типичного цеха варки и промывки целлюлозы.
- Объяснять химизм сульфатной делигнификации хвойной древесины, роль белого и черного щелока, а также обосновывать выбор технологии ECF-отбелки с точки зрения промышленной экологии.
- Проводить качественные реакции на полисахариды, определять кислотность растворов, измерять вязкость модельных жидкостей и анализировать качество бумаги (разрывную длину, впитывающую способность).
- Рассчитывать выход готовой продукции из сырья (на примере задачи о выходе бумаги из кубометра леса) и оценивать эффективность размола волокна.
- Читать показания датчиков давления, температуры и уровня, понимать принцип обратной связи в контуре стабилизации степени помола массы.
- Оценивать эффективность биологической очистки воды по показателям БПК и ХПК, рассчитывать разбавление стоков до ПДК.
- Выполнять предполетную подготовку учебного квадрокоптера, настраивать полетный контроллер и интерпретировать данные мониторинга лесных массивов.

Выпускник получит возможность научиться:

- Проектировать простейшие алгоритмы (в Excel или Python) для предсказания Карра-числа целлюлозы по кинетике варки.

- Предлагать гипотезы по оптимизации расхода отбеливающих реагентов на основе диаграмм зависимости скорости реакции от pH.
- Собирать демонстрационные установки гидро- и аэродинамического моделирования (изучение режимов течения пульпы, работа насосов).
- Создавать концептуальную модель цифрового двойника отдельного узла технологической линии.

Тематическое планирование

8 класс

№п/п	Название блоков	Всего часов	Практические работы
1	Блок 1. Введение в химическую технологию	3	
2	Блок 2. Химия растительного сыр	12	3
3	Блок 3. Процессы и аппараты: механика и вода	5	
4	Блок 4. «Цифровой техник: БАС и мониторинг» (Технологический уровень)	5	
5	Блок 5. Проектный модуль 8 класса	9	5
итого		34	8

9 класс

№п/п	Название блоков	Всего часов	Практические работы
1	Блок 1. Технологии варки целлюлозы	8	1
2	Блок 2. Отбелка и производство бума	6	3
3	Блок 3. Замкнутый водооборот и экология	6	2
4	Блок 4. Автоматизация и цифровизация (ADRAS, MES-системы)	4	
5	Блок 5. Проектный модуль 9 класса	10	7
итого		34	13