

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Химический факультет



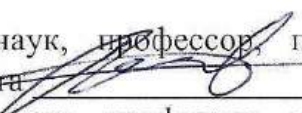
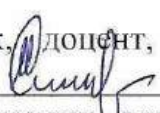
УТВЕРЖДАЮ
Проректор по ОД

Е.В. Луков
20 » *марта* 2025 г.

ПРОГРАММА
кандидатского экзамена по научной специальности
2.6.10. Технология органических веществ
(*технические науки, химические науки*)

Программа кандидатского экзамена по научной специальности 2.6.10. Технология органических веществ (технические науки, химические науки) рассмотрена и рекомендована к утверждению ученым советом Химического факультета протокол № 8 от 05.06.2025.

Авторы-разработчики:

1. Бакибаев А.А., доктор химических наук, профессор, профессор кафедры органической химии Химического факультета .
2. Павловский В.И., доктор химических наук, профессор, профессор кафедры природных соединений, фармацевтической и медицинской химии Химического факультета .
3. Слизов Ю.Г., кандидат химических наук, доцент, заведующий кафедрой органической химии Химического факультета .
4. Мальков В.С., кандидат химических наук, доцент, доцент кафедры органической химии, заведующий лабораторией органического синтеза Химического факультета .
5. Яновский В.А., кандидат химических наук, старший научный сотрудник, директор научно-образовательного центра «Перспективные материалы и технологии в недропользовании» .

Согласовано:

И.о. декана Химического факультета,
д-р хим. наук


А.С. Князев

1. Общие положения

На основании постановления Правительства Российской Федерации от 23.09.2013 № 842 «О порядке присуждения ученых степеней» кандидатские экзамены сдаются в соответствии с научной специальностью (научными специальностями) и отраслью науки, предусмотренными номенклатурой научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени, утверждаемой Министерством науки и высшего образования Российской Федерации (далее – Минобрнауки России), по которым осуществляется подготовка (подготовлена) диссертации.

Кандидатский экзамен по специальной дисциплине в соответствии с темой диссертации на соискание ученой степени кандидата наук представляет собой форму оценки степени подготовленности соискателя ученой степени к проведению научных исследований по научной специальности 2.6.10. Технология органических веществ (технические науки, химические науки) (далее – кандидатский экзамен).

Программа кандидатского экзамена разработана на основе Паспорта научной специальности 2.6.10. «Технология органических веществ» (далее – Программа), утвержденного ВАК при Минобрнауки России <https://vak.minobrnauki.gov.ru/uploader/loader?type=17&name=92259542002&f=14963>

Организация и проведение приема кандидатского экзамена осуществляется в соответствии с установленным в НИ ТГУ порядком.

Подготовка по Программе может осуществляться как самостоятельно, так и в рамках освоения программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 2.6.10. Технология органических веществ (технические науки, химические науки).

2. Структура кандидатского экзамена и шкала оценивания уровня знаний

В рамках подготовки к кандидатскому экзамену по научной специальности 2.6.10. Технология органических веществ (технические науки, химические науки) аспирант (соискатель) представляет реферат по тематике своего диссертационного исследования. Тема реферата должна быть согласована с научным руководителем диссертации. Проверку подготовленного реферата проводит член экзаменационной комиссии. При наличии оценки «зачтено» за реферат аспирант (соискатель) допускается к сдаче кандидатского экзамена.

Требования к оформлению реферата.

Реферат выполняется на листах бумаги формата А4. Текст печатается на компьютере 14 шрифтом. Пробел между строками – 1,5 интервала. При написании текста необходимо соблюдать поля: левое – 25÷30 мм, правое – 10÷15 мм, верхнее –

20 мм, нижнее - 20 мм. Все страницы реферата нумеруются и брошюруются. Объем работы должен составлять не менее 1-го авторского листа (не менее 24 стр.).

Структура реферата включает титульный лист, лист рецензии, содержание, введение, основную часть, заключение, список использованной литературы.

Титульный лист является первым листом реферата и заполняется по образцу.

Содержание включает наименование глав, разделов, параграфов с указанием номера страницы, с которой они начинаются. Во введении раскрывается значение выбранной темы, степень ее исследованности, цель и задачи работы, формулируются основные положения темы и структура работы. Текст основной части делится на главы, разделы или параграфы, здесь излагается содержание работы. В заключении подводятся итоги рассмотрения темы.

Страницы реферата нумеруются арабскими цифрами, соблюдается сквозная нумерация по всему тексту. Номер ставится внизу страницы по центру. Каждая глава (раздел) должна начинаться с новой страницы. Ссылки на источники, цитаты в тексте в квадратных скобках. Список использованной литературы дается порядке их упоминания и должен содержать не менее 15 источников, из них не менее 50% последних пяти лет, из которых не менее половины последних трех лет.

Прием кандидатских экзаменов осуществляется очно, в устной форме в присутствии комиссии, утвержденной приказом ректора, в составе которой должно участвовать не менее 3-х членов. В случае особых обстоятельств допускается прием кандидатского экзамена в режиме онлайн.

Кандидатский экзамен проводится по билетам продолжительностью один академический час и состоит из следующих частей:

Первые два вопроса – это вопросы основной части данной Программы, которые соответствуют паспорту научной по специальности 2.6.10. «Технология органических веществ», *третий вопрос* должен соответствовать проблематике научной деятельности аспиранта (соискателя) и *два вопроса по дополнительной программе*. Возможен дополнительный вопрос по теме реферата.

Ответы на вопросы выполняются в письменном виде в форме тезисов. Устный ответ осуществляется в виде самостоятельного изложения материала на основе письменных тезисов. После устного ответа члены экзаменационной комиссии вправе задать отвечающему уточняющие вопросы по ответам. При необходимости задаются дополнительные вопросы по различным темам специальной дисциплины. Результат сдачи заносится в журнал регистрации, который хранится на химическом факультете ТГУ. Протоколы сдачи экзаменов с подписью всех членов комиссии сдаются в отдел подготовки кадров высшей квалификации УПНА КВК НИ ТГУ.

Критерии оценки ответа на кандидатском экзамене:

% выполнения заданий экзамена	Экзамен, балл	Соответствие традиционной оценке	Определение оценки
90%÷100%	5	«Отлично»	Отличное понимание предмета, всесторонние знания, отличные умения и владение опытом практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, их качество оценено количеством баллов, близким к максимальному
70% - 89%	4	«Хорошо»	Достаточно полное понимание предмета, хорошие знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество ни одного из них не оценено минимальным количеством баллов
55% - 69%	3	«Удовлетворительно»	Приемлемое понимание предмета, удовлетворительные знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество некоторых из них оценено минимальным количеством баллов
0% - 54%	2	«Неудовлетворительно»	Результаты обучения не соответствуют минимально достаточным требованиям

3. Перечень тем и вопросов для подготовки к сдаче экзамена

Программа составлена в соответствии с паспортом специальности 2.6.10. «Технология органических веществ», с опорой на дисциплины, связанные с физико-химическими свойствами органических соединений, химическими основами технологий производства продуктов органического синтеза различного назначения, аппаратным оформлением таких технологий (с учетом вопросов оптимизации технологического оформления процессов, ресурсо- и

энергосбережения, экологической безопасности, доступности сырья, в том числе перехода на возобновляемые природные сырьевые источники).

3.1. Сырьевая база для химии и технологий органических веществ

Использование возобновляемых ресурсов в органическом синтезе. Типы возобновляемых ресурсов. Переработка древесины, технологии получения целлюлозы и сопутствующих продуктов. Технологии и продукты переработки лигнинов. Технологии и продукты переработки скипидара и терпеновых углеводородов. Технологии и продукты переработки углеводов. Технологии переработки масел и жиров. Технологии и продукты переработки жирных кислот и их эфиров. Технологии и продукты переработки глицерина. Технологии и продукты переработки полимерных отходов. Состав и характеристики газа (природного и попутного), нефти, угля. Перспективы мирового рынка углеводородов. Альтернативные источники углеводородов. Перспективы добычи и переработки сланцевого газа и нефти. Проблемы освоения шельфовых месторождений нефти и газа в России. Транспортировка и хранение нефти, газа и нефтепродуктов. Технологии переработки углеродного сырья. Подготовка сырья к переработке. Процессы деструктивной переработки нефтяного сырья: каталитические, термические и гидрогенизационные.

Технология пиролиза углеводородов, оборудование и схемы пиролиза при производстве этилена и пропилена. Теоретические основы и методы получения ацетилена, технология его производства и выделения. Технология производства ароматических углеводородов и синтез-газа и методы их очистки. Охрана окружающей среды в процессах пиролиза.

Теоретические основы процесса каталитического риформинга. Превращение углеводородов на металлических катализаторах. Превращение углеводородов на окисных катализаторах.

Гидрокрекинг, каталитический крекинг, висбрекинг. Современные безотходные технологии, используемые на нефтеперерабатывающих заводах.

Пути совершенствования производств олефинов, ароматических углеводородов, ацетилена, синтез-газа, водорода и др.

3.2. Разработка физико-химических и технологических основ, а также аппаратного оформления химических технологий производства органических веществ

Основные показатели технологических процессов. Создание малостадийных химических производств. Разработка методов получения продуктов из доступного и дешевого сырья. Разработка высокоэффективных процессов.

Использование рециркуляции по компонентам и потокам. Применение совмещенных процессов. Полнота выделения продуктов из реакционной смеси. Разработка процессов с низким энергопотреблением. Полнота использования

энергии системы. Разработка технологии с минимальным расходом воды и использованием ее кругооборота. Полнота использования газовых потоков и очистка газовых выбросов. Применение аппаратов и технологических линий большой единичной мощности. Создание малостадийных и безотходных химических производств и соответствующие показатели. Методы очистки сточных вод, отходящих газов в технологии органического синтеза. Примеры «Зеленой технологии» в технологии органического синтеза.

3.3. Разработка химических технологий получения биологически активных, в том числе лекарственных соединений, средств защиты растений, душистых веществ, высокочистых веществ

Разработка научных основ технологий производства биологически активных веществ. Основные типы природных и синтетических биологически активных веществ (БАВ) и критерии их активности. Структура и функции соединений (аминокислот, пептидов, нуклеотидов, углеводов, липидов, витаминов и стероидов), используемых в качестве лекарственных средств или фармсубстанций. Технологии получения биологически активных веществ и лекарственных средств из растительного сырья (фитопрепаратов). Принципы и основные технологические стадии микробиологического синтеза БАВ. Технологические приемы и схемы синтеза галогенпроизводных, кислородсодержащих соединений, механизм протекания химических реакций образования БАВ.

3.4. Разработка технологий получения мономеров и других органических полупродуктов для получения полимерных продуктов

Мономеры и полупродукты, получаемые в промышленности органического синтеза, их значение и применение. Технологические процессы производства базового сырья для синтеза мономеров. Низшие олефины, сырье для получения низших олефинов. Технологии получения этилена: высокотемпературное дегидрирование этана, синтез из метана, синтез из метанола, дегидратация этанола, пиролиз углеводородов. Технологии получения изобутилена. Диеновые мономеры, мономеры для получения синтетических каучуков. Получение изопрена. Хлорсодержащие мономеры. Получение винилхлорида: одностадийный и двухстадийный процессы синтеза из этилена, гидрохлорирование ацетилен. Стирол и α -метилстирол. Промышленные методы синтеза стирола: получение из этилбензола, совместное производство стирола и пропиленоксида. Получение стирола каталитической циклодимеризацией бутадиена. Получение α -метилстирола дегидрированием изопропилбензола. Получение N-винилпирролидона:

Прямое винилирование α -пирролидона ацетиленом, косвенное винилирование α -пирролидона. Получение поливинилового и аллилового спиртов. Получение сложных виниловых эфиров, винилацетата. Получение формальдегида

и этиленоксида. Получение капролактама. Получение α -пирролидона. Получение мономеров для феноло- и amino-альдегидных полимеров. Методы получения кремнийорганических мономеров. Получение мономеров для силоксановых каучуков (1,4-диаминотетрагидро-2H-пиримидина, пробковой кислоты). Технологии получения серосодержащих регуляторов молекулярной массы. Ингибиторы полимеризации и технологии их получения. Инициаторы полимеризации и технологии их получения.

3.5. Химия и технология органических веществ

Химия и технология процессов введения галогенов в органические соединения. Химия и теоретические основы радикально-цепного хлорирования. Технология жидкофазного и газофазного хлорирования: продукты, условия процесса и типы реакторов, технологические стадии процесса, основные схемы очистки продуктов от хлористого водорода. Ионно-каталитическое галогенирование. Химия и технология присоединения галогенов по ненасыщенным С-С связям, хлоргидрирования, гидрогалогенирования по С=С связи. Хлорирование ароматических соединений в ядро, галогенирование кислородсодержащих и азотсодержащих соединений. Хлорирование спиртов, альдегидов, кетонов, карбоновых кислот. Хлорирование по атому азота. Реакция расщепления хлорпроизводных, комбинированные и совмещенные процессы хлорирования. Окислительное хлорирование и сочетание его с хлорированием и расщеплением хлорпроизводных. Процессы фторирования молекулярным фтором и высшими фторидами металлов. Фторирование фтористым водородом и его солями. Реакционные узлы и продукты.

Химия и технология процессов гидролиза, гидратации, дегидратации, этерификации и амидирования. Химия и теоретические основы, технология гидролиза и щелочного дегидрохлорирования хлорпроизводных. Процессы гидратации олефинов и ацетиленов. Продукты, реакционные узлы и технологии. Процессы и реакционные узлы дегидратации с образованием ненасыщенных соединений, простых эфиров. Дегидратация карбоновых кислот. Химия, продукты и технология этерификации. Процесс непрерывного получения этилацетата. Амидирование, дегидратация амидов и гидратация нитрилов, гидролиз и этерификация нитрилов. Технология получения метилметакрилата из ацетонциангидрина. Синтез изоцианатов, карбаматов (уретанов), карбамида (мочевины) и его замещенных.

Химия и технология процессов алкилирования и винилирования. Химия и теоретические основы алкилирования ароматических соединений в ядро и парафинов. Производство изопропилбензола и изооктана. Алкилирование по атомам кислорода, серы и азота. Производство трет-бутилового эфира. Синтез аминов из хлорпроизводных. Процессы β -оксиалкилирования и другие синтезы на основе α -оксидов. Технология синтеза из α -оксидов и продукты. Производство

этиленгликоля. Химия, теоретические основы процессов винилирования, катализируемые солями переходных металлов и щелочами. Технология производства винилацетата, акрилонитрила. Технология щелочного винилирования спиртов, аминов и амидов. Аллюминийорганические соединения и синтезы на их основе. Производство триэтилаллюминия. Химия и технология производства линейных α -олефинов.

Процессы сульфатирования и нитрования. Классификация и краткий обзор реакций. Сульфатирование спиртов и олефинов. ПАВ типа алкилсульфатов. Процессы сульфирования. Химия и технология процессов сульфирования олефинов. Химия и технология процессов сульфирования ароматических соединений. ПАВ типа олефин-, арил- и алкиларилсульфонатов. Сульфохлорирование и сульфоокисление парафинов. ПАВ типа алкилсульфонатов. Процессы нитрования. Химия и технология нитрования ароматических соединений. Химия и технология нитрования парафинов. Производство нитропропана.

Процессы гидрирования и дегидрирования. Классификация реакций гидрирования и дегидрирования. Химия и технология процессов дегидрирования. Технология дегидрирования вторичных спиртов. Дегидрирование алкилароматических соединений. Производство стирола и его гомологов. Дегидрирование парафинов и олефинов. Технология окислительного дегидрирования олефинов. Производство бутадиена окислительным дегидрированием *n*-бутиленов. Получение изопрена. Гидрирование углеводородов. Основные закономерности гидрирования по двойным, тройным и ароматическим связям. Гидрирование кислородсодержащих соединений. Гидрирование азотсодержащих соединений. Технология жидкофазного гидрирования. Технология газофазного гидрирования.

Процессы окисления. Классификация реакций окисления, окислительные агенты, энергетические характеристики. Гомогенное окисление по насыщенному атому углерода. Механизм, кинетика и катализ, селективность гомогенного окисления. Основные закономерности получения гидропероксидов и их кислотного разложения. Технология производства фенола и ацетона. Окисление парафинов. Технология окисления низших парафинов в газовой фазе. Жидкофазное окисление парафинов в спирты. Технология жидкофазного окисления углеводородов C₈-C₁₈ в карбоновые кислоты. Технология жидкофазного окисления твердого парафина в синтетические жирные кислоты. Окисление нафтенов и их производных в спирты и кетоны. Получение дикарбоновых кислот. Технология окисления циклогексана в адипиновую кислоту. Окисление метилбензолов в ароматические карбоновые кислоты. Технология производства диметилтерефталата. Получение терефталевой кислоты. Окисление насыщенных альдегидов и спиртов. Окисление ацетальдегида в уксусную кислоту. Совместное получение уксусной кислоты и уксусного ангидрида. Окисление вторичных спиртов. Получение перекиси водорода. Гетерогенно-каталитическое окисление углеводородов. Окисление олефинов по

насыщенному атому углерода. Окисление пропилена в акролеин и акриловую кислоту. Окисление изобутилена в метакролеин и метакриловую кислоту. Окислительный аммонолиз углеводородов. Синтез синильной кислоты. Окислительный аммонолиз пропилена. Производство циклических ангидридов кислот. Производство фталевого ангидрида. Производство малеинового ангидрида. Производство оксида этилена путем окисления этилена воздухом и кислородом. Окисление олефинов в присутствии металлокомплексных соединений. Эпоксидирование ненасыщенных соединений. Технология совместного производства оксида пропилена и стирола Халкон-методом. Окисление и окислительное сочетание олефинов при катализе комплексами металлов. Получение ацетальдегида окислением этилена.

3.6. Математическое моделирование и оптимизация процессов химической технологии органических веществ, протекающих в отдельных аппаратах, технологических подсистемах и технологии в целом

Математическое описание процессов химического превращения, кинетических моделей. Математические модели химических реакторов. Расчет их параметров с помощью ЭВМ. Математическое моделирование фазовых равновесий жидкость-пар, жидкость-жидкость, жидкость-жидкость-пар, жидкость-твердое тело. Моделирование с помощью ЭВМ различных массообменных аппаратов, технологических комплексов. Основы моделирования совмещенных реакционно-ректификационных процессов и аппаратов для их осуществления. Роль ЭВМ в автоматизации исследований и проектировании технологических установок, а также в управлении ими.

3.7. Система разработки и постановки продукции на производство

Жизненный цикл продукции (исследование и проектирование; разработка; изготовление (производство); поставка; эксплуатация (потребление, хранение); ликвидация.

Стадии разработки и внедрения технологии в промышленность. Разработка концепции изделия и технологий. Последовательность и содержание НИР, НИОКР и процессов масштабирования. Вопросы календарного и финансового планирования (TRL\MRL\CRL), а также уровни «готовности» технологий. Нормативно-техническая документация по внедрению новых продуктов и технологий.

Список литературы

1. Сайкс П. Механизмы реакций в органической химии. – Химия, 2000.
2. Евстигнеева Р.П. Тонкий органический синтез. – М.: Химия, 1991.
3. Лебедев Н.Н. Химия и технология основного органического и нефтехимического синтеза : учебник для химико-технологических спец. вузов /

Н.Н. Лебедев. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Альянс, 2013. – 592 с. : ил. – ISBN 978-5-91872-035-6.

4. Кутепов А.М., Бондарева Г.И., Беренгартен М.Г. Общая химическая технология.–М.: Издание 4-е, 2022. – 512 с.

5. Потехин В.М., Потехин В.В. Основы теории химических процессов технологии органических веществ и нефтепереработки : учебник для вузов. – СПб.: Химиздат, 2005. – 912 с.

6. Тимофеев В.С. Принципы технологии основного органического и нефтехимического синтеза: учеб. пособие для вузов / В.С. Тимофеев, Л.А. Серафимов. – М.: Высшая школа, 2003. – 536 с.

7. Мейерс Р.А. Основные процессы нефтепереработки : Справочник. / Р. А. Мейерс. – М. : Изд-во Профессия, 2011. – 944 с.

8. Евдокимов А.Н., Курзин А.В. Основы химико-технологических расчетов процессов производства органических веществ. Учебное пособие. – СПб.: СПбГТУРП, 2014. – 105 с. [Электронный ресурс]:

URL: <http://www.nizrp.narod.ru/metod/kaforgchem/2.pdf>. (Дата обращения: 27.04.2025).

9. ГОСТ Р 15.301-2016. Система разработки и постановки продукции на производство. Продукция производственно-технического назначения. Порядок разработки и постановки продукции на производство.

10. Баранов Д.А., Вязьмин А.В., Гухман А.А. и др. Процессы и аппараты химической технологии. – Том 1. Основы теории процессов химической технологии / Под ред. акад. А.М. Кутепова. – М.: Логос, 2001. – 600 с.

11. Баранов Д.А., Блиничев В.Н., Вязьмин А.В. и др. Процессы и аппараты химической технологии. – Том 2. Механические и гидромеханические процессы / Под ред. акад. А.М. Кутепова. – М.: Логос, 2001. – 600 с.

12. Айнштейн В.Г., Захаров М.К., Носов Г.А. и др. Общий курс процессов и аппаратов химической технологии. – Книга 1. – М.: Химия, 1999. – 888 с.

13. Айнштейн В.Г., Захаров М.К., Носов Г.А. и др. Общий курс процессов и аппаратов химической технологии. – Книга 2. – М.: Химия, 2000. – 860 с.

14. Бухаров С.В., Нугуманова Г.Н. Химия и технология тонкого органического синтеза. – Казань, Изд-во КНИТУ, 2013. – 289 с.

15. Москвичев Ю.А., Павлов О.С., Григорьева А.К. Теоретические основы химической технологии. – М.: Лань, 2021.– 285 с.

4. Дополнительная часть программы кандидатского экзамена, включающая региональную и вузовскую компоненты

Специальные дополнительные требования к кандидатскому экзамену формируется аспиранту (соискателю) научным руководителем в зависимости от выбранного направления научных исследований, содержание которых изложено ниже.

1. Супрамолекулярная химия: основные понятия, достижения и развитие.
2. Способы получения, физические и химические свойства, применение мочевины.
3. Промышленные способы получения аминов - полупродуктов для лекарственных препаратов.
4. Характеристика и классификация процессов органического синтеза под давлением.
5. Основы техники безопасности в процессах органического синтеза под давлением.
6. Методы экстракции органических соединений из природного сырья.
7. Оборудование для процессов экстракции органических соединений из природного сырья.
8. Катализаторы процессов этерификации карбоновых кислот и переэтерификации сложных эфиров,
9. Современные тенденции и перспективы развития химии полимеров.
10. Способы получения, физические и химические свойства нитробензола.
11. Способы получения, физические и химические свойства малеинового ангидрида.
12. Способы получения, физические и химические свойства анилина.
13. Тенденции промышленного применения карбоксиметилцеллюлозы
14. Основные типы промышленных поверхностно-активных веществ, их применение, методы получения, методики исследования.

Список литературы

1. Лен Ж.-М. Супрамолекулярная химия: Концепции и перспективы. – Новосибирск: Наука, 1998. – 334 с.
2. Евдокимов А.Н., Курзин А.В. Основы химико-технологических расчетов процессов производства органических веществ. Учебное пособие. – СПб.: СПбГТУРП, 2014. – 105 с. [Электронный ресурс]:
URL: <http://www.nizhnp.narod.ru/metod/kaforgchem/2.pdf> (Дата обращения: 27.04.2023)
3. Платэ Н.А., Сливинский Е.В. Основы химии и технологии мономеров: Учеб. пособие. – М.: Наука: МАИК «Наука/Интерпериодика», 2002. – 696 с.
4. Лебедев Н.Н., Манаков М.Н., Швеи В.Ф. Теория технологических принципов основного органического и нефтехимического синтеза. – М.: Химия, 1984.
5. Смит В.А., Дильман А.Д. Основы современного органического синтеза. – М.: Лаборатория знаний, 2024. – 750 с.
6. Пассет Б.В., Воробьева В.Я. Технология химико-фармацевтических препаратов и антибиотиков. – М.: Медицина, 1977. – 430 с.
7. Поверхностно-активные вещества на основе оксида этилена / Н. Шенфельд; Пер. с нем. Л.В. Коваленко и др. – 2-е изд. – М.: Химия, 1982. – 749 с.

8. Ланге К.Р. Поверхностно-активные вещества: синтез, свойства, анализ, применение / Под науч. ред. Л. П. Зайченко. – СПб.: Профессия. 2004. – 240 с.
9. Физер Л., Физер М. Органическая химия. – Т. 1, 2. – М.: Химия, 1986.
10. Евстигнеева Р.П. Тонкий органический синтез. – М.: Химия, 1991.
11. Боруцкий П.Н. Каталитические процессы получения углеводов разветвленного строения. Изомерия и катализ синтеза углеводов разветвленного строения / П.Н. Боруцкий. – СПб. : НПО «Профессионал», 2010. – 728 с.
12. Чекалин М.А. Технология органических красителей и промежуточных продуктов / М.А. Чекалин, Б.В. Пассет, Б.А. Иоффе. – Л.: Химия, 1980. – 471 с.
13. Кучерявый В.И., Лебедев В.В. Синтез и применение карбамида. – Л.: Химия, 1970. – 448 с.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. Библиотека Томского государственного университета – <https://lib.tsu.ru/ru>
2. Российская государственная библиотека – www.rsl.ru
4. Библиотека по естественным наукам РАН – www.benran.ru
5. Всероссийский институт научной и технической информации (ВИНИТИ) – www.viniti.ru
6. Государственная публичная научно-техническая библиотека – www.gpntb.ru
7. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – elibrary.ru
8. Реферативная база данных научных публикаций Web of Science – web of knowledge.com

5. Пример экзаменационного билета

КАНДИДАТСКИЙ ЭКЗАМЕН

по научной специальности 2.6.10. Технология органических веществ

БИЛЕТ № 1

1. Переработка древесины, технологии получения целлюлозы и сопутствующих продуктов.
2. Создание малостадийных и безотходных химических производств и соответствующие показатели.
3. Механизм, кинетика и катализ, селективность гомогенного окисления.
4. Основы техники безопасности в процессах органического синтеза под давлением.
5. Супрамолекулярная химия: основные понятия, достижения и развитие