

**Сборник избранных трудов академика А.Е.
Фаворского к 55-летию научной
деятельности**

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 001
ББК 72
С23

С23 Сборник избранных трудов академика А.Е. Фаворского к 55-летию научной деятельности / – М.: Книга по Требованию, 2024. – 515 с.

ISBN 978-5-458-58400-5

ISBN 978-5-458-58400-5

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2024
© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2024

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первоизданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Акад. Н. Я. Демьянов. А. Е. Фаворский — русский органик-классик.	5
С. Н. Данилов. Очерк научной деятельности акад. А. Е. Фаворского.	11
С. Н. Данилов. Список научных трудов акад. А. Е. Фаворского	22
А. Е. Фаворский. По вопросу о механизме изомеризаций в рядах непредельных углеводородов (магистерская диссертация). 1891 г.	31
А. Е. Фаворский. Явления изомеризации в ряде углеводородов C_nH_{2n-2} . Изомеризация двузамещенных ацетиленов и диметилацетилена под влиянием металлического натрия и синтез ацетиленкарбоновых кислот. 1887 г.	76
А. Е. Фаворский. О диметилацетилене и его тетрабромюре. 1890 г.	85
А. Е. Фаворский и К. И. Дебу. О геометрической изомерии бромпроизводных псевдобутилена. 1890 г.	89
А. Е. Фаворский. Исследование изомерных превращений в рядах карбонильных соединений, охлоренных спиртов и галогензамещенных окисей (докторская диссертация). 1895 г.	98
А. Е. Фаворский. Ответ на статью Е. Е. Вагнера «К вопросу об участии окисей в изомеризационных процессах». 1895 г.	149
А. Е. Фаворский и Ж. Иодич. Действие цинковой пыли на спиртовые растворы α -галогензамещенных спиртов и цинковых стружек на спиртовые растворы их уксусных эфиров.	150
Статья первая — 1898 г. Статья вторая — 1898 г.	153
А. Е. Фаворский и А. Васильев. Углеводород $C_{10}H_{18}$ из деятельного амиллового спирта и некоторых его производных. 1898 г.	157
А. Е. Фаворский и К. И. Дебу. К вопросу о валлилене Ребуля, о случаях аномального отношения галогенпроизводных углеводородов к спиртовой щелочи. 1899 г.	161
А. Е. Фаворский. Новые данные к разъяснению реакций хлористого цинка и серной кислоты на изобутиловый спирт. 1903 г.	164
А. Е. Фаворский. О натриевых производных ацетилена. 1903 г.	167
А. Е. Фаворский. Действие едкого кали на смеси кетонов с фенилацетиленом. 1905 г.	170
А. Е. Фаворский. О диэтиленовом эфире — простом, полном эфире этиленгликоля; к вопросу о превращении этиленгликоля в уксусный альдегид. 1906 г.	182
А. Е. Фаворский. Об особенностях в отношениях магнийхлортретичных алкилов при сдвиге спиртов по Гриньяру. 1906 г.	192
А. Е. Фаворский. Явления равновесной изомерии при нагревании бромгидринов общего состава $C_nH_{2n+1}Br$ и $C_nH_{2n}Br_2$. 1907 г.	195
А. Е. Фаворский и И. И. Боргман. К вопросу об изомерных превращениях. О метиленициклогексене. 1907 г.	228
А. Е. Фаворский. Действие галогенных соединений фосфора на кетоны, бромкетоны и кетоспирты. 1912 г.	237
А. Е. Фаворский и В. Н. Божовский. По вопросу о возможности существования циклических углеводородов с тройной связью в цикле. 1912 г.	275

А. Е. Фаворский. О механизме реакций между спиртами и минеральными кислотами. Оксониевые соединения спиртов с галоидовородами. 1913 г.	278
А. Е. Фаворский и В. С. Баталин. О так называемых винилтриметиле и этилидентриметиле Густавсона. 1914 г.	288
А. Е. Фаворский и В. Н. Божовский. Об изомерных превращениях циклических α -монохлоркетонов. Статья первая. 1914 г.	291
А. Е. Фаворский и Э. Д. Венус. К вопросу об оксониевых соединениях. 1915 г.	297
А. Е. Фаворский и Л. И. Морен. О металлических производных третичнобутилацетилена. 1918 г.	301
А. Е. Фаворский. По вопросу об изомерных превращениях галоидгидринов и серновинных кислот, сопровождающихся перегруппировкой углеродных атомов. 1918 г.	308
А. Е. Фаворский. По вопросу об атомных равновесиях в частицах углеводородов ряда C_nH_{2n-2} . 1918 г.	335
А. Е. Фаворский и В. Н. Божовский. Об изомерных превращениях циклических α -монохлоркетонов. Статья вторая. 1918 г.	342
А. Е. Фаворский и Т. А. Фаворская. О порядке отщепления галоидоводородов от смешанных галоидопроизводных предельных и циклопредельных углеводородов с точки зрения стереохимической гипотезы. 1922 г.	349
А. Е. Фаворский и Т. А. Залесская-Кибардина. К дегидратации первичных карбинолов с третичными радикалами. 1925 г.	352
А. Е. Фаворский. Реакции одновременного восстановления и окисления и изомерные превращения. Превращения α -кетоспиртов и о механизме спиртового брожения. 1928 г.	358
А. Е. Фаворский и И. Н. Назаров. О действии металлического натрия на жирные кетоны. К вопросу о существовании метилкетиллов в жирном ряду. 1933 г.	389
А. Е. Фаворский и Т. И. Темникова. Взаимоотношения между феилацетил- и метилбензоилкарбинолами — новый вид таутомерии. 1934 г.	417
А. Е. Фаворский и В. О. Мохнач. О получении ацетилен-карбоновых кислот с помощью натрий-аминна. Синтез этил-ацетилен-карбоновой кислоты. 1934 г.	437
А. Е. Фаворский. К изомерным превращениям кетонов в кетоны при нагревании с хлористым цинком. 1935 г.	439
А. Е. Фаворский и В. О. Мохнач. О геометрической изомерии галогенозамещенных этеонов кислот. Синтез β -бром- α,β -пентеновых кислот. 1935 г.	458
А. Е. Фаворский и П. А. Тихомолов. К вопросу о взаимном влиянии радикалов на их миграцию. Дегидратация третичноамилфенилкарбинола. 1935 г.	461
А. Е. Фаворский. О тройной связи в углеродных циклах и о возможном строении простейших циклических углеводородов состава C_nH_{2n-4} . 1936 г.	467
А. Е. Фаворский и Т. И. Руднева. Гидрирование изобутироина в условиях спиртового брожения. 1937 г.	478
А. Е. Фаворский и А. И. Захарова. К вопросу о полимеризации углеводородов C_nH_{2n-4} с соседними двойной и тройной связями. 1937 г.	483
А. Е. Фаворский и М. Д. Бонь. К вопросу о способах определения строения углеводородов ряда C_nH_{2n-2} . 1937 г.	485
А. Е. Фаворский. Изомерные превращения и явления полимеризации в рядах высоконепредельных углеводородов и их производных. 1937 г.	490
А. Е. Фаворский и А. И. Лебедина. Синтезы в области терпенов, исходя из ацетилена. 1938 г.	507

А. Е. ФАВОРСКИЙ — РУССКИЙ ОРГАНИК-КЛАССИК¹

ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Алексей Евграфович родился в 1860 г. В 1878 г. он поступил на естественное отделение физ.-мат. факультета Петербургского университета. Здесь он слушал лекции по химии у мировых светил: неорганическую — у Д. И. Менделеева, органическую — у А. М. Бутлерова. Университет А. Е. окончил со степенью кандидата в 1882 г.

На 4-м курсе он избрал химию своей специальностью и начал работать в лаборатории А. М. Бутлерова; работу он продолжал и по окончании курса. А. М. Бутлеров дал А. Е. очень трудную тему: изучить процесс полимеризации кротониленов. Работа была особенно трудной в лабораторной обстановке того времени. К тому же А. М. Бутлеров бывал в лаборатории лишь короткое время, и непосредственным руководителем являлся его ассистент М. Д. Львов. Львов был очень талантлив, обладал пылким темпераментом, был проникнут идеями А. М. и развивал их далее, увлекался химией, увлекал к занятиям ею и других. Такое впечатление я получил от встреч с М. Д. Львовым и разговоров с ним по химии. Таким образом, если внешняя обстановка лаборатории и была неблагоприятна, то, надо думать, что дух лаборатории и ее научная атмосфера оказали на первых порах сильное и решительное влияние на молодого высокоодаренного ученого и определили его научное направление на всю жизнь.

А. Е. стал органиком бутлеровской школы, но, благодаря своему дарованию и самостоятельности, он развивал органическую химию и структурную теорию своими оригинальными путями и достиг в этом направлении очень больших результатов. В лаборатории Бутлерова А. Е. сделал и свое первое важное открытие — явление изомеризации ацетиленовых углеводородов. Открытие это было сразу оценено А. М. Бутлеровым, и разработка этой реакции предоставила молодому ученому завязать видное положение в науке. Главнейшие результаты, полученные

¹ Настоящая статья представляет расширенную и переработанную статью первоначально напечатанную в «Успехах химии» (1935 г., т. IV, вып. 1) по поводу пятидесятилетнего юбилея акад. А. Е. Фаворского.

А. Е. в этой области, изложены в его магистерской диссертации и сводятся к следующему:

1) Однозамещенные ацетилены с первичными радикалами должны превращаться, переходя через соответственные аллены, в двузамещенные ацетилены.

2) Однозамещенные ацетилены с вторичным радикалом должны давать несимметричные двузамещенные аллены.

3) Симметричные двузамещенные и трехзамещенные аллены должны давать двузамещенные ацетилены.

4) Ацетилены с третичным радикалом не должны в тех же условиях изомеризоваться.

Установленные А. Е. закономерности по мере развития науки были усовершенствованы самим А. Е.

Прекрасную реакцию А. Е. — действие натрия на аллен и превращение его в аллилен — мне довелось наблюдать при изучении полученного Г. Г. Густавсоном аллена. А. Е. сразу признал громадное значение процессов изомеризации для развития основных понятий органической химии, что видно из следующих слов его: «При решении вопроса об устойчивости изомерных форм и взаимной зависимости атомов, составляющих частицы углеродистых соединений, изучение явлений изомеризации должно играть важную роль».

Таким образом, органическая молекула в ее «движении», «изменении» в смысле внутренней перестройки, перемещения и изменения связей, перемещения атомов и радикалов является главнейшим объектом изучения в работах А. Е. и его школы. Застывшие структурные формулы, в которых атомы неподвижно скреплены крючками или черточками, «оживают» и приходят в движение. На место проблем получения новых веществ и установления их формул строения выдвигаются проблемы изучения взаимного влияния атомов и радикалов, химических превращений и особенно процессов изомеризации. Статика сменяется своеобразной динамикой.

Особую проблему, чрезвычайно искусно разрешаемую А. Е., представляет раскрытие механизмов превращений, т. е. установление последовательных промежуточных реакций, которые переводят систему из первоначального в конечное состояние. Взгляд А. Е. на механизмы химических превращений, в частности, на процессы изомеризации, все время эволюционировал по мере движения вперед общих основных понятий науки и по мере открытия новых фактов. В первых работах А. Е. в отношении к процессам изомеризации более склонялся к объяснению их в духе А. М. Бутлерова и особенно М. Д. Львова. Хотя он не отрицал и возможности прямых перегруппировок, но предпочитал объяснять их последовательностью двух противоположных процессов, что видно из его слов: «... заслуживает предпочтения другое представление, по которому явления изомеризации рассматриваются как результат ряда химических реакций. Среди русских химиков взгляд этот особенно продуцируется М. Д. Львовым». Так, изомеризирующее действие спиртовой щелочи на однозамещенные ацетилены А. Е. рассматривал «как ряд последовательных реакций, состоящих в присоединении и обратном выделении, согласно правилам Марковникова и Зайцева, элементов спирта».

Классическая работа А. Е. вошла в элементарные учебники и гораздо позднее во всех подробностях была подтверждена французским ученым Бегалем (Béhal), который всецело признает приоритет А. Е.

Сущность воззрений А. Е. на процессы изомеризации, которых он придерживается в настоящее время, будет сообщена далее.

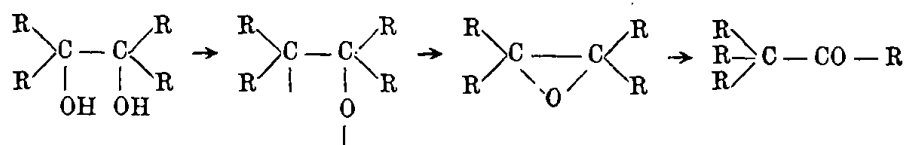
Изучение механизмов органических реакций, особенно процессов изомеризации, лежит в основе почти всех исследований А. Е. и созданной им многочисленной школы. Разработка общих методов получения органических соединений осуществляется как бы попутно. Большинство исследований А. Е. относится к соединениям жирного ряда: углеводородам, их галогидным производным, спиртам, гликолям, альдегидам, кетонам и их галогидным производным, альдегидо- и кетонспиртам и т. д., т. е. к тем разделам органической химии, которые разрабатывались А. М. Бутлеровым и его школой, не питавшими склонности к азотистым соединениям.

Все главнейшие исследования А. Е. охватывают различные типы изомеризационных процессов, протекающих более или менее глубоко, а также окислительно-восстановительных процессов, и большинство работ его вытекало логически одна из другой. Вслед за установлением правильностей изомеризаций ацетиленовых углеводородов А. Е. обращается к отысканию реактива, характерного для двузамещенных ацетиленов, и останавливается на хлорноватистой кислоте, дающей с двузамещенными ацетиленами несимметричные α -дихлоркетоны, способные образовывать гидраты. Изучая действие углекислых щелочей на дихлоркетоны, А. Е. открывает новый интересный вид изомеризации. Изучение этой изомеризации составляет предмет его докторской диссертации: «Исследование изомерных превращений в рядах карбонильных соединений, охлоренных спиртов и галогидозамещенных окисей». Гидраты дихлоркетонов при действии углекислых щелочей, переходя через окиси, дают с изомеризацией углеродного скелета кислоты акрилового ряда. Механизм не только этих, но и многих других изомеризаций, по А. Е., сводится к образованию в промежуточных стадиях гидратов карбонила. Гидраты образуют окиси (или галогидокисли). Перемещением в окисях атомов водорода, кислорода или радикалов объясняется и подводится под одну общую схему целый ряд процессов изомеризации; в дальнейшем эта схема прилагается А. Е. к объяснению очень важных биологических реакций. Далее открывается изомеризация циклических дихлоркетонов с изменением цикла, причем образуются кислоты, содержащие на один атом углерода в цикле менее чем исходный дихлоркетон. Подобного рода изомеризациями занимается также французский ученый Тиффено (Tiffeneau) с рядом своих учеников, но работы А. Е., начатые ранее Тиффено, совершенно оригинальны, и положенные в их основание теоретические взгляды глубже, яснее и обоснованнее.

Прежде чем перейти к краткому изложению теоретических взглядов А. Е. на причины изомеризации, укажем, что им установлены были процессы изомеризации галогидных производных углеводородов и доказана их обратимость, а также изомеризация циклических углеводородов с боковой цепью $=CH_2$ (семициклической связью), с переходом двойной связи в цикл.

Теоретические взгляды А. Е. на причину изомерных превращений сводятся к следующему. Опираясь на общую идею о взаимном влиянии атомов — идею, выдвинутую А. М. Бутлеровым и развитую В. В. Марковниковым, А. Е., используя обширный материал, прилагает эту идею к выяснению изменения характера связи между атомами углерода под влиянием групп, связанных с этими атомами. Атомы углерода стремятся или слиться еще теснее и выделиться в виде угля (ацетилен и другие соединения с тройной связью), или оторваться друг от друга. Это стремление к разрыву связи А. Е. приписывает натяжению (не в смысле теории Байера), вызываемому атомами или радикалами, связанными с теми, связь между которыми рассматривается: у простой связи оно наибольшее, меньше у двойной, при тройной наименьшее. Наибольшее натяжение бывает при простых связях в цикле, в открытых цепях — при четвертичном атоме углерода. Кратные связи в цикле увеличивают натяжение и вызывают «или разрыв одной из простых связей и превращение частицы в соединение с открытой цепью углеродных атомов, или перемещение атомов водорода к кратной связи, и в результате будем иметь изомерное превращение частицы или распад ее на более простые с открытой цепью углеродных атомов». Так определяет А. Е. возможные пути превращений, которые ведут к уменьшению натяжения. А. Е. так глубоко проник в строение органических молекул, что он как бы ощущает натяжения между атомами и радикалами и нередко предсказывает свойства, способность к существованию соединений и направление реакций. Исходя из этих общих положений, он предсказал свойства неизвестного в то время циклопропена и до сих пор неполученного метиленикклопропана.

Тиффено, изучающий различные процессы изомеризации, вводит для объяснения направления этих процессов понятия: максимального сродства или сродстvomкости (*saracité affinitaire*), прочности связи радикалов (*force d'attache*) и способности к миграции (*aptitude migratrice*). В качестве промежуточных продуктов изомеризации гликолей в альдегиды или кетоны он принимает либо гипотетические радикалы, продукты выделения воды из гликолей, либо окиси, и далее допускает перемещение атомов или радикалов. Напр.:



Мы привели мнения Тиффено как ученого, работающего и много сделавшего в этой области, с одной стороны, чтобы показать, что область явлений, изучаемых А. Е., привлекает широкий интерес, с другой — чтобы оттенить превосходство теоретических воззрений А. Е.

Исследование А. Е., напечатанное в Ж. Р. Х. О. за 1928 г., «Реакции одновременного восстановления и окисления и изомерные превращения» представляет выдающийся интерес. А. Е. делит изомерные превращения на три группы: 1) с выделением воды, 2) с присоединением элементов воды, 3) с сохранением состава. В упомянутой статье он рассматривает

механизм превращения второй группы. Целый ряд различных реакций подводится под общую схему, в которой главная роль принадлежит окисям, при дальнейшем ходе реакции одна часть молекулы восстанавливается, другая окисляется. Эти схемы объединяют превращения дихлоркетонов, хлоркетонов, гликолей, оксикетонов и оксигидридов. А. Е. на основании этих схем предсказывает, что в известных случаях будут изомеризоваться простые кетоны, и предсказание его оправдалось. Переходя далее к рассмотрению биологически и технически весьма важного процесса спиртового брожения, он и этот сложный процесс подводит под схему последовательных реакций, сводящихся к одновременному окислению и восстановлению. А. Е. имеет право это утверждать благодаря осуществлению им изомеризации кетоспиртов в условиях спиртового брожения. Подобные же схемы, в которых играют роль гидраты не только карбонильной группы, но и группы NO_2 , группы содержащей серу, т. е. соединения типа



и окиси, образуемые этими молекулами с гидроксидными восстановляющими агентами, А. Е. предлагает к объяснению восстановления дрожжами нитро-соединений и тиосульфатов.

Таким образом, А. Е. дает процессу спиртового брожения объяснение более простое и более общее, чем Нейберг и другие ученые, и не требующее для своего истолкования участия целого ряда ферментов.

А. Е. исследовал не только структурную изомерию, но также геометрическую. Так, он показал, что тогда как в открытых цепях, содержащих (при соседних атомах углерода) группу $\text{CBrCl}-\text{CHBr}$ (в которой атомы брома находятся в *cis*-положении), отнимается при действии щелочи HBr , в пяти- и шестичленном цикле отнимается HCl , так как вращение и ориентация в *cis*-положении атомов H и Br невозможны. Далее им исследована *cis*-, *trans*-изомерия β -непредельных галоидных кислот. Для получения последних пришлось выработать новый метод получения ацетиленкарбоновых кислот при помощи натрийамида.

Нельзя не отметить также открытую А. Е. реакцию получения бромкетонов действием на кетоны пятибромистого фосфора. В этом случае такой ход реакции является правилом, а при действии пятихлористого фосфора — исключением; в этом случае обычно кислород карбонильной группы замещается хлором. Особенность действия пятибромистого фосфора вызывается легкой его диссоциацией на бром и трехбромистый фосфор. Бром вызывает гидролизацию кетона, а затем присоединяется. Эта реакция открыла путь к кетоалкоголям и процессам их изомеризации.

Большой интерес представляет также одна из последних работ, выполненная под руководством А. Е. аспирантом Назаровым: «О действии металлического натрия на жирные кетоны». В этой работе установлена способность некоторых кетонов жирного ряда присоединять натрий к кислороду группы CO с образованием радикалов-кетидов, изучены их превращения.

Здесь нет никакой возможности изложить даже главнейшие результаты исследований на темы А. Е., произведенных его многочисленными учениками.

Широта и смелость мысли А. Е. особенно ярко проявилась в его недавней обобщающей работе: «Изомерные превращения и явления полимеризации в рядах высоконепредельных углеводородов и их производных». В этой работе, под напором новых фактов, не поддающихся объяснению с точки зрения присоединения и выделения в обратном порядке, он отказывается от этой гипотезы и категоричности установленных ранее правильностей и переходит к признанию этих превращений интрамолекулярными, вызываемыми каталитическим воздействием спиртовой щелочи и температуры. При этих превращениях углеводородов перемещаются атомы водорода (в α -, β -, или γ -положение), единицы сродства (электроны—Н. Д.), молекулы распадаются, осколки вновь соединяются: так протекают сложные процессы превращения углеводородов.

Процессы изомеризации галоидных производных и алкоголей А. Е. объясняет перемещением атома галоида или кислотного радикала. С той же точки зрения перемещения атомов водорода А. Е. рассматривает превращения непредельных циклических углеводородов.

Вопрос этот теснейшим образом связан со способностью к существованию углеводородов, содержащих тройную связь в цикле: в циклах четырехчленном, пяти- и шестичленном тройная связь находиться не может. Происходит изомеризация и дальше полимеризация, но тройная связь может находиться в больших циклах.

Таким образом, А. Е. стоит на вполне современной точке зрения объяснения изомеризаций с тем различием, что А. Е. не прибегает к электронной теории и ее терминам: катионотропии и анионотропии. Нельзя не признать, что в современной форме электронная теория, в которой электрон потерял свои очертания, утратила свою наглядность.

Научная деятельность А. Е. служит прекрасным примером того, что теоретические исследования, глубоко проникающие в природу и движение вещества, рано или поздно дадут обильные плоды для промышленности: особенно яркий пример представляет синтетический каучук, которым наша страна обязана А. Е. и его школе, особенно покойным С. В. Лебедеву и Б. В. Бызову. Кислоты акрилового ряда находят применение в производстве пластмасс; полученный А. Е. диоксан широко применяется как растворитель; непредельные углеводороды позволяют осуществить переход в ряд терпенов.

Все исследования А. Е. в экспериментальной части строги и безупречны, а в теоретической — стройны, закончены и изложены простым ясным языком, что делает особо важным изучение его работ, как классических, для молодых химиков.

С. Н. ДАНИЛОВ

ОЧЕРК НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ АКАД. А. Е. ФАВОРСКОГО

Алексей Евграфович Фаворский родился в 1860 г. в селе Павлово, Нижегородской губернии (ныне Горьковский край), химическое образование получил в Петербургском университете (1878—1882 гг.), в котором преподавание химии тогда стояло на очень большой высоте, и в химических лабораториях, руководимых нашими выдающимися учеными — Д. И. Менделеевым, А. М. Бутлеровым и Н. А. Меншуткиным, творческая научная мысль была мощным ключом. На последнем курсе университета А. Е. начал свою научно-исследовательскую работу под руководством А. М. Бутлерова, одного из основоположников теории строения, и его ближайшего помощника М. Д. Львова, впоследствии профессора Петербургского технологического института. По окончании университета А. Е. состоял около двух лет преподавателем Петербургского реального училища, продолжая научную работу в лаборатории А. М. Бутлерова. В 1885 г. он был зачислен лаборантом лаборатории аналитической и технической химии университета, находившейся в то время в заведывании Н. А. Меншуткина, а с 1886 г. (после смерти А. М. Бутлерова) — в заведывании Д. П. Коновалова.

В лаборатории А. М. Бутлерова А. Е. Фаворский научился точному экспериментированию и приобрел любовь к широким научным обобщениям. А. М. Бутлеров дал своему ученику задание изучить полимеризацию кротонилен (C_4H_6). К тому времени А. М. Бутлеровым была превосходно изучена полимеризация этиленовых углеводородов на примере изобутилена. Разрабатывая способ получения кротонилена (этилацетилен), А. Е. открыл замечательное изомерное превращение этого углеводорода в диметилацетилен. Это научное открытие в несколько ближайших лет было расширено А. Е. в различных направлениях и существенно обогатило органическую химию интересными реакциями взаимных изомерных превращений одно- и двузамещенных ацетиленовых углеводородов, и А. Е. Фаворский быстро приобретает широкую известность среди русских и иностранных химиков. В 1891 г. он получил звание приват-доцента университета, а в 1896 г. там же стал профессором и заведующим лабораторией качественного анализа и органической технологии. С 1902 г. А. Е. занял кафедру органической химии университета, а еще ранее, в 1899 г., начал преподавать органическую химию в Петербургском технологическом институте

и в 1900 г. на Петербургских высших женских курсах, где и создал обширные школы химиков-органиков.

Первое указание о научных трудах А. Е. Фаворского находится в протоколе заседания Русского физико-химического общества от 3 мая 1884 г., где содержится следующая заметка:

«13. М. Львов заявляет, что кандидат университета А. Фаворский, продолжающий работу Альмедингена¹ над уплотнением кротонилен, нашел, что при действии едкого кали (смоченного спиртом или сухого) на продукт реакции пятихлористого фосфора на метилэтилкетон можно, по желанию, получить или кротонилен Лермонтовой² $C_2(CN_3)_2$, дающий с серной кислотой гексаметилбензол, или кротонилен Брюльянтса $C_2HC_2H_5$. Опыты продолжаются».

Кротонилен Брюльянтса (этилацетилен), являющийся объектом исследования А. Е. Фаворского в отношении полимеризации, предполагалось получить из 2,1-дихлорбутана при действии спиртовой щелочи, но точных данных об условиях синтеза в литературе не было. На основании своих опытов А. Е. нашел, что из дихлорида получается при действии спиртовой щелочи при 120—140° этилацетилен, а при 170° — изомерный, двузамещенный ацетилен (диметилацетилен). Этот факт А. Е. истолковал как следствие изомеризации однозамещенного ацетилена в двузамещенный в условиях синтеза, что блистательно подтвердилось в опыте нагревания этилацетилена со спиртовой щелочью при 170°. Далее было показано, что возможен и обратный переход двузамещенного ацетилена в однозамещенный при нагреве с металлическим натрием. Натровое производное при обработке угольным ангидридом давало ацетиленкарбоновую кислоту. Алленовые углеводороды также изомеризуются в двузамещенные ацетиленовые углеводороды. Изомерные превращения ацетиленовых и диэтиленовых углеводородов и истолкование этих превращений явились предметом ряда статей в Журнале Русского физико-химического общества [1—11, 18, 19]³ и главным содержанием магистерской диссертации А. Е. Фаворского: «По вопросу о механизме изомеризации в рядах непредельных углеводородов», Петербург, 1891 г. [17].

В научной деятельности А. Е. и его школы исследования над ненасыщенными углеводородами, их изомерными и полимерными превращениями занимают весьма видное место. Перенеся, в дальнейшем, изучение изомерных превращений на другие классы органических соединений, А. Е. неоднократно возвращается к ненасыщенным углеводородам. Эти исследования А. Е. дали мощный толчок к изучению ацетиленовых и диэтиленовых углеводородов как у нас, так и за границей.

Сильно непредельные углеводороды и их производные приобретают, как известно, все большее и большее значение, и такие из них, как ацети-

¹ Ученик А. М. Бутлерова.

² Ученица В. В. Марковникова.

³ Цифры в квадратных скобках, встречающиеся в тексте настоящей статьи, обозначают номера, под которыми значатся соответствующие работы в списке научных работ А. Е. Фаворского.